

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Posicionamiento de aceros Bohler del Ecuador s.a. en el  
mercado de los aceros especiales mediante instalación de una  
planta de tratamientos térmicos”

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

Luis Xavier Herrera Luzón

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2008

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Ignacio Wiesner  
por haberme dado la  
oportunidad de cumplir  
una promesa

## DEDICATORIA

A Dios

A la Virgen María

A mi madre mama

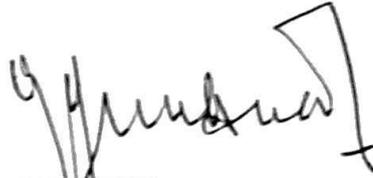
Pata, por su amor

incondicional

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Marcelo Espinoza L.  
DELEGADO POR EL  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



Ing. Ignacio Wiesner F.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Freddy Cevallos B.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop at the top and several vertical strokes below, positioned above a horizontal line.

Luis Xavier Herrera Luzón

## **RESUMEN**

Dentro del plan de trabajo de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. para el año 2006 se contempló como meta principal el mejorar su posicionamiento en la comercialización de aceros especiales.

En primer lugar se realizó un estudio de mercado para establecer claramente las estrategias que nos permitiera alcanzar con éxito las metas trazadas, para lo cual se propuso: Instalar una planta artesanal para brindar servicio de tratamiento térmico en Guayaquil, la cual tubo el respaldo tecnológico de nuestra Casa Matriz BOHLER en Austria, quién cuenta con más de cien años de experiencia en la fabricación de aceros y su tratamiento.

En segundo lugar, establecimos como otra de las estrategias principales, la de informar a nuestros clientes en lo que respecta a conocimientos sobre los aceros especiales y los tratamientos térmicos y termoquímicos apropiados para cumplir con las necesidades y exigencias que los trabajos requieren.

Los resultados fueron tangibles después de haber aplicado las estrategias planificadas. En el siguiente año aumentaron las ventas de aceros especiales en un 18% y el de tratamiento térmico en un 70%. Se plantea ahora nuevas

metas incorporando el proceso de nitruración en la planta de Guayaquil, el cual es de vital importancia para los tratamientos superficiales libre de deformaciones por esfuerzos térmicos.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1

## **CAPÍTULO 1**

<b>1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Presentación de la empresa aceros Boehler del Ecuador S.A.....	3
1.2 Estudios del mercado de aceros especiales.....	13
1.3 Análisis de rentabilidad y precios .....	23
1.4 Plan estratégico para la captación del mercado.....	29

## **CAPÍTULO 2**

<b>2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>40</b>
2.1 Tipos de tratamientos térmicos y termoquímicos en servicios .....	40
2.2 Diseño de la planta para hacer tratamientos térmicos de aceros especiales.....	61

2.3	Diagrama de flujo de los procesos.....	63
2.4	Equipamiento instalado.....	67
2.5	Capacidad de producción en kilogramos de aceros tratados.....	79

### **CAPÍTULO 3**

<b>3.</b>	<b>ESTRATEGIA COMERCIAL.....</b>	<b>81</b>
3.1	Costo de inversión.....	81
3.2	Capacitación al usuario.....	82
3.3	Proyecto siembra.....	84
3.4	Incremento de la productividad.....	88
3.5	Impacto ambiental.....	91

### **CAPÍTULO 4**

<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
4.1	Conclusiones .....	97
4.2	Recomendaciones.....	99

### **APÉNDICES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURA

VIM	Fundición por inducción al vacío
VAR	Refundición por arco al vacío
Kg.	Kilogramo
Ton.	Tonelada
Kw.	Kilowatio
mm.	Milimetro
HRC	Dureza rowell

## SIMBOLOGÍA

%      porcentaje  
° C      grado centígrado

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Placa conmemorativa de fundación de la fábrica de aceros en Klagenfurt.....	4
Figura 1.2	Vista aérea (actual) de la fabrica de aceros en kapfenberg.....	4
Figura 1.3	diversos procesos utilizados para mejorar la obtención del acero.....	6
Figura 1.4	Prensa de forja libre.....	8
Figura 1.5	Instalaciones de aceros boehler del ecuador s.a. en Guayaquil.....	9
Figura 1.6	Planta de tratamientos térmicos en guayaquil.....	12
Figura 1.7	Ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos.....	22
Figura 1.8	Ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos.....	22
Figura 1.9	Evolución de las ventas y costo año 2008.....	29
Figura 2.1	Foto de acero que esta siendo templado en su proceso de producción (bonificado).....	41
Figura 2.2	Diagrama temperatura-carbono.....	43
Figura 2.3	Tren de laminación.....	44
Figura 2.4	Efectos de la energía en el proceso de corte.....	45
Figura 2.5	Tendencia de deformación por efectos de temperatura.....	46
Figura 2.6	Pieza templada, acabada libre de tensiones.....	48
Figura 2.7	Diagrama tiempo-temperatura-transformación (TTT).....	51
Figura 2.8	Molde plástico.....	60
Figura 2.9	Cuchilla para corte de papel.....	61
Figura 2.10	Esquema de la planta de tratamientos térmicos.....	62
Figura 2.11	Diagrama de flujo general de un proceso de tratamiento Térmico.....	63
Figura 2.12	Diagrama de flujo de un proceso de temple.....	64
Figura 2.13	Diagrama de flujo de un proceso cementación.....	65
Figura 2.14	Diagrama de flujo de un proceso de recocido-distensionado...	66
Figura 2.15	Horno de sales # 2.....	67
Figura 2.16	Pantalla del pirómetro.....	68
Figura 2.17	Horno de sales 3.....	69
Figura 2.18	Crisol para el horno 3.....	70
Figura 2.19	Horno de aire forzado 4.....	71

Figura 2.20	Horno de cámara 8.....	72
Figura 2.21	Horno de cámara 9.....	73
Figura 2.22	Equipo de temple subcero.....	74
Figura 2.23	Tanques de agua y aceite.....	75
Figura 2.24	Planta de aguas residuales.....	75
Figura 2.25	Planta de lavado de gases.....	76
Figura 2.26	Tanque elevado.....	76
Figura 2.27	Durómetro.....	71
Figura 2.28	Teclé eléctrico.....	78
Figura 2.29	Herramientas.....	78
Figura 2.30	Operario con equipo de seguridad completo.....	79
Figura 3.1	Capacitación realizadas a clientes .....	83
Figura 3.2	Capacitación a estudiantes.....	85
Figura 3.3	Visitas de estudiantes de la ESPOL.....	86
Figura 3.4	Ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos.....	90
Figura 3.5	Ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos.....	91
Figura 3.6	Tratamiento de aguas residuales.....	93
Figura 3.7	Desfogue del horno 3.....	95
Figura 3.8	Torre de lavado de gases.....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos período 2003-2007.....	
Tabla 2	costos de consumo de energía eléctrica e insumos para Temple.....	23
Tabla 3	Costos de consumo de energía eléctrica e insumos para cementación.....	23
Tabla 4	Costos de consumo de energía eléctrica e insumos pararecocido/distensionado.....	24
Tabla 5	Producciones mínimas diarias.....	24
Tabla 6	Resumen mensual de costos.....	25
Tabla 7	Lista de precios de los tratamientos térmicos.....	26
Tabla 8	Calculo de rentabilidad periodo enero-junio del 2008.....	27
Tabla 9	Efecto en las propiedades mecánicas por los elementos de aleación.....	50
Tabla 10	Produccion minina mensual.....	79
Tabla 11	Costos de equipo.....	82
Tabla 12	Ventas de aceros especiales y tratamientos térmicos.....	89

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1      Planta de Tratamiento de Aceros Bohler

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Manual de aceros especiales, Tratamientos Termicos, Edición 2007.
2. Legislación Ambiental, Control de contaminación, Tomo V.
3. AVNER, Introducción a la metalurgia.
4. GARCÍA MATÍAS, Ventas y marketing con Excel
5. APRAIZ BARREIRO JOSÉ, Tratamiento Térmico de losaceros
6. PONTI – SGAIR, Aplicaciones de los aceros de herramienta y aceros rápidos

## **APÉNDICES**

APÉNDICE A	Gráficas de resultados por preguntas
APÉNDICE B	Tabulación de resultados de encuesta
APÉNDICE C	Orden de Temple/recocido (GYE)
APÉNDICE D	Orden de trabajo Temple, Cementación, Nitruración
APÉNDICE E	Lista de precios de Tratamiento Térmico
APÉNDICE F	Tabla de temperatura para el recocido
APÉNDICE G	Tabla de temperatura para el Temple
APÉNDICE H	Tabla de temperatura para el Revenido
APÉNDICE I	Tabla de temperatura para la Cementación
APÉNDICE J	Tabla de colores para temple y revenido
APÉNDICE K	Tipo de sales
APÉNDICE L	Lista de colegios técnicos, industriales fiscales
APÉNDICE M	Registro de desechos
APÉNDICE N	Instructivo para el control de aguas residuales provenientes de la planta de tratamientos térmicos

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizará un estudio de la situación de la empresa ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A., con relación a su posicionamiento en la comercialización de aceros especiales, los cuales tienen un sinnúmero de aplicaciones que van desde la construcción de muebles metálicos hasta la más alta tecnología aeronáutica y espacial. Todos los sectores de la industria ecuatoriana utilizan aceros especiales en sus procesos productivos: la industria cementera, metalmecánica, del plástico, de producción de envases, productos procesados de aluminio, cobre, bronce, industria petrolera, mantenimiento mecánico, industria alimenticia, química, del papel, cartón, industria maderera, agrícola, etc. Se hará un análisis de mercado para establecer su participación y en base a esto, proyectar una captación del mismo, utilizando estrategias de servicio al cliente, aseguramiento en la calidad de los aceros tratados térmicamente y por lo tanto un incremento en la eficiencia de los mismos.

La estrategia escogida para mejorar el servicio al cliente fue la instalación de una planta moderna para realizar tratamientos térmicos artesanales y en serie, se capacitó personal técnico, se incorporó una planta de recirculación de agua para minimizar el impacto ambiental por el uso de sales contaminantes en base a cianuros y se mejoró el conocimiento del usuario final en cuanto a que esperar de un buen tratamiento térmico y los cuidados

que deben tener los operarios en el mecanizado de los aceros. Actualmente se lleva acabo el proyecto siembra que ofrece información técnica especializada a los alumnos de colegios técnicos. El proyecto ha sido de gran aceptación para todas las partes involucradas y por ende se conseguirán los objetivos económicos por incremento de la participación en el mercado.

# CAPITULO 1

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Presentación de la empresa Aceros Boehler del Ecuador S.A.

El procesamiento de acero tiene una larga tradición en la población de Klagenfurt, Austria. En el año 1446 ya se fundía y procesaba el acero en esta región (Fig.1 Placa conmemorativa de fundación, data de 1695) representa pero la verdadera historia de éxito comenzó el 15 de abril de 1870. Alberto y Emilio Böhler comercializaban el acero proveniente de Klagenfurt a través de un negocio con sede en Viena. Basados en su gran éxito comercial en el año de 1894 adquirieron la entonces llamada fábrica de fundición de acero de Styria y modernizaron y ampliaron la producción de manera sorprendente.

Paralelamente desarrollaron una compleja y eficiente red de comercialización internacional activa en más de quince países y única en su estilo y cobertura para ese momento de la historia.



FIGURA 1.1 PLACA CONMEMORATIVA DE FUNDACIÓN DE LA FÁBRICA DE ACEROS EN KLAGENFURT



FIGURA 1.2 VISTA AÉREA (ACTUAL) DE LA FABRICA DE ACEROS EN KAPFENBERG

BOHLER supo reconocer la importancia de estar cerca del cliente. Hoy en día BÖHLER es una de los más importantes productores de aceros finos y su competencia técnica y comercial es ampliamente reconocida en los campos del acero a nivel mundial en grado herramienta, aceros rápidos, materiales metalúrgicos especiales y en el exigente sector de la pulvimetalurgia.

El primer paso en el camino hacia la calidad se da en los procesos de fundición y colada, para estos se utiliza exclusivamente chatarras muy limpias y preseleccionadas, además de la adición de determinados elementos de aleación en fundición del tipo de material que se vaya a producir. BÖHLER ha revolucionado la tecnología de producción del acero. Hoy como siempre BÖHLER es reconocida como líder en la técnica de fusión del acero y sus innovaciones orientan e instruyen a los especialistas mundiales del ramo. BÖHLER esta al nivel de estas altas exigencias gracias a un permanente trabajo de investigación y desarrollo en técnicas de producción e instalación de producción. Los equipos de fusión y refusión bajo vacío VIM y VAR (Fig. 3 esquema de los procesos donde se muestran el VIM y el VAR) para obtener materiales de altísima pureza. Por ejemplo para la industria aeronáutica y las modernas instalaciones de refusión por escoria electro conductora a

presión, constituyen el punto central de la fábrica de los aceros especiales.

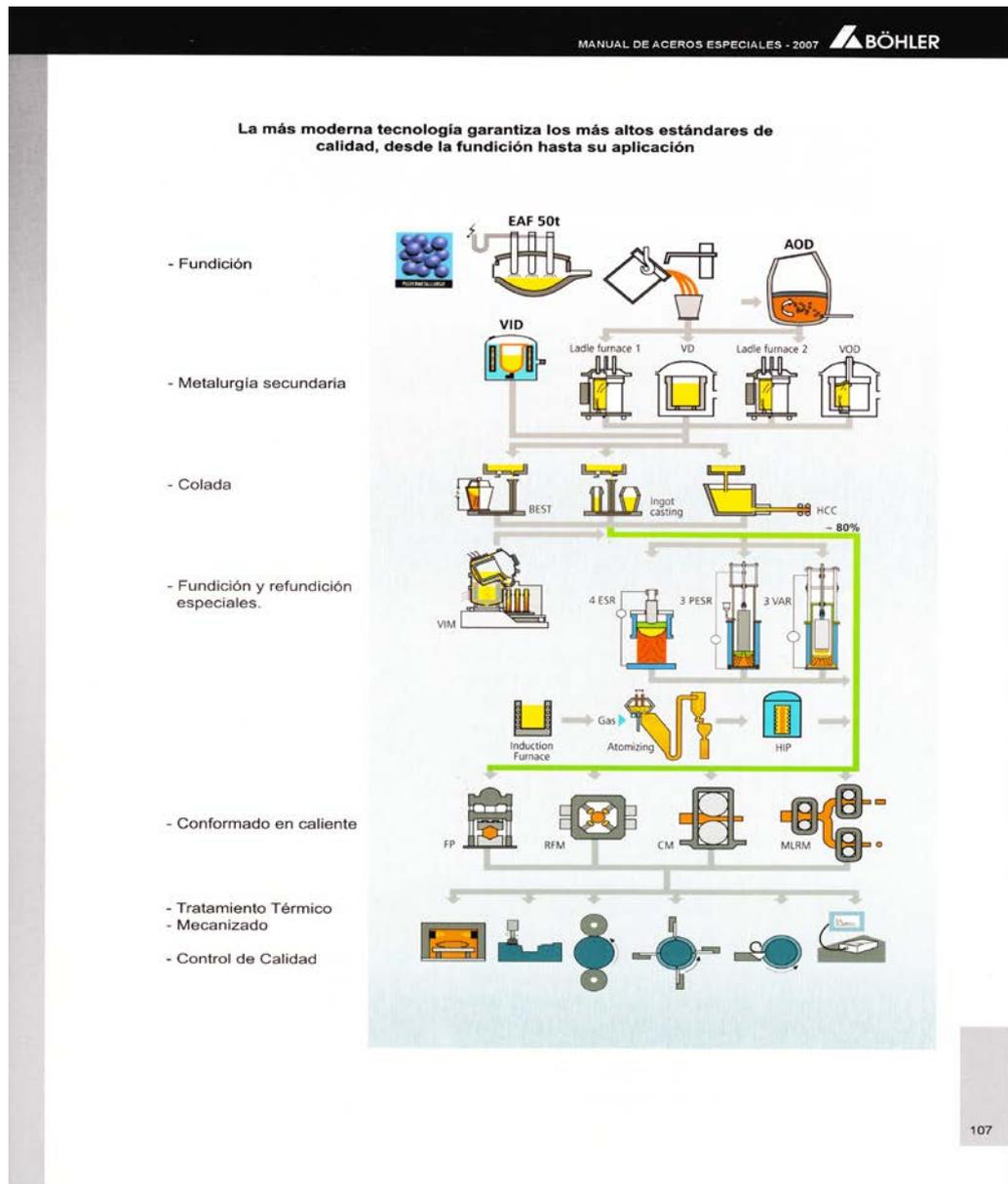


FIGURA 1.3 DIVERSOS PROCESOS UTILIZADOS PARA MEJORAR LA OBTENCIÓN DEL ACERO

BOHLER fabrica aceros grado herramienta y materiales especiales de las más altas exigencia para más de 200 marcas.

BÖHLER es también líder mundial en el campo de la metalurgia de polvos, materiales pulvimetalúrgicos de alto desempeño con una distribución homogénea de carburos, son la respuesta a las crecientes exigencias de las herramientas. Nuestro extenso conocimiento metalúrgico es la base fundamental para la solución de problemas.

Para asegurar en el tiempo la competencia técnica, BÖHLER ha construido la fábrica de aceros pulvimetalúrgicos más moderna del mundo.

La conformación en caliente de los materiales es el siguiente paso en la producción. BÖHLER produce en trenes de laminación controlados por computador una amplia variedad de barras de acero en geometrías redondas y planas, así como alambrón de altísima calidad y precisión.

La forja juega también un papel importante en la conformación del acero. El corazón de este proceso es la prensa de forja libre (Fig. 4) que cuenta con una potencia de 5200 Toneladas y dos

manipuladores integrados. Aquí se producen piezas de forja libre y grandes bloques de forma redonda, plana o cuadrada en aceros grado herramienta y calidades especiales, hasta aleaciones base níquel.

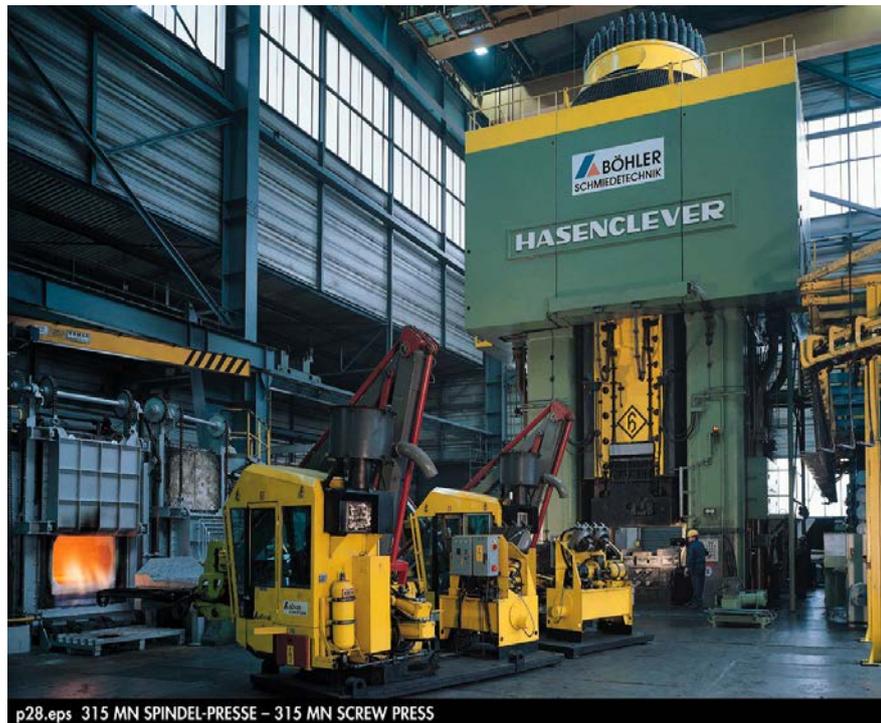


FIGURA 1.4 PRENSA DE FORJA LIBRE

Esta instalación se encuentra en capacidad de manipular bloques con peso desde tres hasta treinta toneladas. La planta de forja cuenta con una moderna y eficiente máquina de forja longitudinal, esta máquina permite obtener tolerancias dimensionales muy

estrechas y su alta potencia y capacidad de trabajo la convierte en el equipo ideal para la obtención de barras de acero forjadas y piezas de forja libre.

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. nace como organización el 29 de noviembre de 1995 en la ciudad de Quito, siendo el accionista mayoritario ACEROS BOEHLER DE COLOMBIA S.A. Las operaciones comerciales e industriales se inician el 2 de enero de 1996



FIGURA 1.5 INSTALACIONES DE ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. EN GUAYAQUIL

Para su funcionamiento inmediato se adquieren los activos de un distribuidor de los aceros BÖHLER en el Ecuador y de una empresa dedicada a la prestación de servicio de tratamiento térmico, ambas ubicadas en las actuales instalaciones de la organización en Quito. En el año 1996 se compran los activos de un subdistribuidor de los aceros BÖHLER en Guayaquil y se inician las actividades comerciales en la costa.

En un principio las actividades se concentran en la importación y distribución de los aceros BÖHLER grado herramienta como representante exclusivo de BÖHLER INTERNATIONAL de Austria, complementando la línea con aceros grado maquinaria, compradas internacionalmente a través de INTERSTEEL, empresas del Grupo BÖHLER UDDEHOLM ubicada en Alemania. En las instalaciones industriales de Quito se presta el servicio de tratamientos térmicos para los clientes.

Gracias a la amplia aceptación de los productos y servicios por su excelente calidad y la competencia profesional de sus empleados, se registra un rápido crecimiento en las ventas. Se amplía la gama de los productos introduciendo fleje de estampación, fleca y cuchillas industriales.

En agosto del año 1997 se compra una bodega industrial ubicada sobre la Vía a Daule en la ciudad de Guayaquil y un año más tarde se adquiere el predio de la sede en Quito, que se había tomado como arriendo.

En vista del rápido desarrollo de las actividades comerciales y la necesidad de un refuerzo del capital de trabajo requerido para esta expansión, los accionistas de la empresa incrementan en agosto de 1998 el capital social. Un año más tarde el accionista fundador, ACEROS BOEHLER DE COLOMBIA S.A., vende su participación mayoritaria en la empresa a la Casa Matriz, BÖHLER-UDDEHOLM AG, de Austria.

En el año 2003 la organización agrega la línea de soldaduras especiales UTP a su ya amplia gama de productos ofrecidos a la industria del país.

En el año 2004 emprende el camino para la obtención de la certificación ISO 9001:2000. Logro, obtenido en el mes de septiembre del siguiente año, que le permite a la organización continuar liderando el mercado y consolidar sus políticas y objetivos. Certificado. Ver Anexo.

La estrategia de incursión en el mercado de Cuenca rinde frutos y en enero del año 2005, ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A., abre una sucursal en esta ciudad para atender de forma más inmediata las necesidades derivadas del mercado industrial.

La captación del mercado cuencano, la estrategia utilizada para incrementar el posicionamiento del mercado en Guayaquil, la necesidad de mejorar la calidad en el servicio de tratamiento térmico que venían recibiendo los clientes por parte de otra empresas, dan como consecuencia la creación de una planta para tratamiento térmico en Guayaquil (Fig. 1.6) por parte de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. a fines del año 2006.



FIGURA1.6 PLANTA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN  
GUAYAQUIL

El 23 de Julio del año 2007 se crea la Sucursal Quito Sur, con los objetivos de satisfacer las necesidades generadas por los clientes de este sector y al futuro inmediato desarrollo industrial debido a lo decretado por La Ilustre Municipalidad de Quito: “toda fabrica debe estar ubicada en el parque industrial”, el cual esta ubicado en la parte sur de la ciudad.

## **1.2 ESTUDIO DEL MERCADO DE ACEROS ESPECIALES**

Para llevar a cabo la Investigación de Mercado en forma efectiva, hay que cumplir con etapas ideales en el proceso, las cuales las desarrollamos a continuación.

### **OBJETIVOS Y DEFINICIÓN DEL TARGET GROUP**

Recopilar información sobre las costumbres de compra de aceros especiales de los clientes registrados como tal en la cartera de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. y que se encuentran inmersas en los diferentes sectores de la producción y metalmecánica que conforman el mercado consumidor de aceros, entre ellas tenemos las siguientes:

- Textiles
- Alimenticia
- Laminadoras

- Fundidoras
- Ensambladoras
- Químicas
- Madereras
- Cartoneras
- Embutidoras
- Farmacéuticas
- Aceiteras
- Plásticas
- Cementeras
- Imprentas
- Agroindustrias
- Productoras de bloques
- Constructoras
- Talleres artesanales
- Ingenios azucareros
- Canteras
- Talleres de mantenimiento

De acuerdo a esto podemos determinar:

- Necesidades
- Tipo de acero

- Empleo
- Exigencias

Evaluar la importancia en el servicio de tratamiento térmico en los siguientes aspectos:

- Satisfacción en el servicio del tratamiento térmico
- Satisfacción en la atención y asesoría técnica del personal
- Satisfacción en el cumplimiento de los requisitos exigidos por el cliente
- Satisfacción en el cumplimiento de los tiempos de entrega
- Satisfacción en la atención al Cliente.

Evaluar la cultura de tratamiento térmico que el cliente tiene

### **DISEÑO DE LA MUESTRA**

Por razones de tiempo, recursos y presupuesto, es casi imposible cubrir a “todos” los integrantes del “target group”. A razón de ello, es que se diseña un sub-segmento de esa totalidad: una muestra. La muestra es una porción representativa del universo, que para nuestro caso hemos determinado lo siguiente:

El número de clientes que se va a encuestar es: 200 en Guayaquil y 32 en Cuenca, todos se encuentran registrados como clientes

activos pertenecientes a la cartera de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

### **MÉTODOS DE CONTACTO**

Nos referimos al modo en que se establece el contacto con los individuos y se recopilan los datos. Es la etapa que se denomina “trabajo de campo”. La opción que escogimos fue la de entrevistas personales en la cual participa un encuestador (Vendedor para este caso) y el encuestado (cliente). Realizada en el sitio de trabajo.

### **SELECCIÓN DEL INSTRUMENTO DE ESTUDIO**

El instrumento al que vamos a recurrir es el cuestionario, Para lo cual se han tomado en cuenta en el momento de elaborarlo los siguientes puntos:

- Fue previamente aprobado al comienzo de la investigación
- Se definió el tipo de preguntas abiertas, cerradas o de ambos tipos
- Se definió el número de preguntas
- Se estableció un orden para las mismas

### **PREGUNTAS**

La encuesta consta de catorce preguntas divididas en tres partes:

- Las preguntas 1 y 2 están relacionadas al producto que suministra ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.
- De la pregunta 3 a la 13 están relacionadas al servicio de tratamiento térmico que recibe actualmente el cliente y al conocimiento que éste tiene.
- La pregunta 14 está relacionada al tipo de acero utilizado, de lo que puede deducir las clases de tratamiento térmico más empleados

#### PUNTAJE O PESO DE LAS PREGUNTAS

Los valores o puntajes para las preguntas 1 a la 13 son:

5 puntos para la mejor opción (excelente, siempre)

3 puntos para la opción intermedia (regular, a veces)

0 puntos para la opción menor (deficiente, nunca)

#### PREGUNTAS

1. El producto adquirido en ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. cumple con sus requerimientos.
2. Se cumple en ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. con sus expectativas de stock o disponibilidad de producto.
3. Recibe servicio de post-venta en tratamiento térmico.

4. Como calificaría el servicio de tratamiento térmico que le están realizando actualmente.
5. Recibe información sobre el estado de su tratamiento.
6. Recibe información sobre el tiempo de entrega
7. Se cumple con el tiempo de entrega acordado
8. Recibe atención efectiva a sus reclamos
9. Recibe asesoría técnica cuando la solicita
10. Le ofrecen alguna garantía o respaldo por la pieza a tratar
11. Le ofrecen servicio de transporte (retiro y entrega de piezas)
12. Utiliza el distensionado como parte del proceso en la fabricación de piezas
13. Como calificaría su conocimiento sobre tratamiento térmico.
14. Que tipo o clase de aceros utiliza principalmente

### **RECOLECCION, REGISTRO Y TABULACIÓN**

Los resultados están detallados de forma grafica por cada pregunta, exceptuando la numero 14. Anexo 1. Los resultados se encuentran tabulados en la tabla que consta en el Anexo 2.

### **ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

#### **PREGUNTAS 1 y 2**

Los clientes de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. están satisfechos con el producto suministrado en cuanto a calidad. Se

considera aceptable el resultado de la segunda pregunta por cuanto es imposible mantener en bodega todas las medidas solicitadas. Cuando se habla de stock se utiliza el termino "stock optimo".

#### PREGUNTAS 3 al 13

- No existe seguimiento alguno que indique el rendimiento de la pieza tratada
- No existe satisfacción con el servicio que está recibiendo el cliente
- No existe comunicación durante el tiempo que demora el proceso
- El cumplimiento en los tiempos de entrega es muy pobre
- La infraestructura de las empresas es muy débil por lo tanto no pueden responder económicamente o con reemplazo del material en caso de un daño de la pieza. Esto se encuentra relacionado con la pregunta 10, donde se expresa claramente que no prestan ningún tipo de garantías.
- Se ofrece en algunos casos (empresas grandes) el servicio de transporte
- La cultura que tiene el cliente sobre tratamiento térmico va de mediana para abajo, lo que hace incurrir en errores, debido a

que en muchos casos se producen daños por des conocer o equivocarse sobre el tipo de acero o por no haber mecanizado de forma correcta la pieza.

#### PREGUNTA 14

Con la última pregunta hemos podido determinar los tipos o clases de acero mas usados por los clientes, lo que nos da el dato exacto para revisar las ventas históricas que ha tenido ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. durante el período 2003 a 2006 en esos aceros y de acuerdo a eso saber que tratamientos térmicos son los más empleados.

Los datos históricos sobre las ventas de aceros especiales de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. durante el período 2003-2006 se encuentran expresados en la Tabla 1.

Las ventas de los aceros especiales expresadas en toneladas se han incrementado año a año (período 2003-2006), no así las ventas de tratamiento térmico cuyo promedio óptimo debería estar alrededor del 12% con respecto a las ventas de acero.

Lo podemos apreciar de mejor manera en las figuras 1.7 y 1.8

**TABLA 1**  
**VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS**  
**TÉRMICOS PERÍODO 2003-2007**  
**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR VENTAS DE ACEROS ESPECIALES EN**  
**TONELADAS PERÍODO 2003-2006**

ACEROS / AÑOS	2003		2004		2005		2006	
	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%
Trabajo en frío	28,79	10,31%	25,00	7,01%	32,28	7,78%	41,71	8,84%
Trabajo en caliente	1,89	0,68%	2,28	0,64%	4,39	1,06%	3,94	0,84%
Moldes plásticos	11,64	4,17%	12,57	3,52%	18,56	4,47%	20,9	4,43%
Bonificados	87,07	31,18%	162,00	45,40%	154,29	37,17%	170,17	36,08%
Cementación	118,62	42,48%	84,00	23,54%	152,09	36,64%	164,4	34,86%
Al carbono	31,24	11,19%	71,00	19,90%	53,47	12,88%	70,54	14,96%
Tratamiento térmico realizado por la planta de Quito	36,67	<b>13,13%</b>	47,08	<b>13,19%</b>	35,73	<b>8,61%</b>	39,33	<b>8,34%</b>
Total	279,25		356,85		415,08		471,66	

Las ventas de los aceros especiales expresadas en toneladas se han incrementado año a año (período 2003-2006), no así las ventas de tratamiento térmico cuyo promedio óptimo debería estar alrededor del 12% con respecto a las ventas de acero.

Lo podemos apreciar de mejor manera en las figuras 1.7 y 1.8

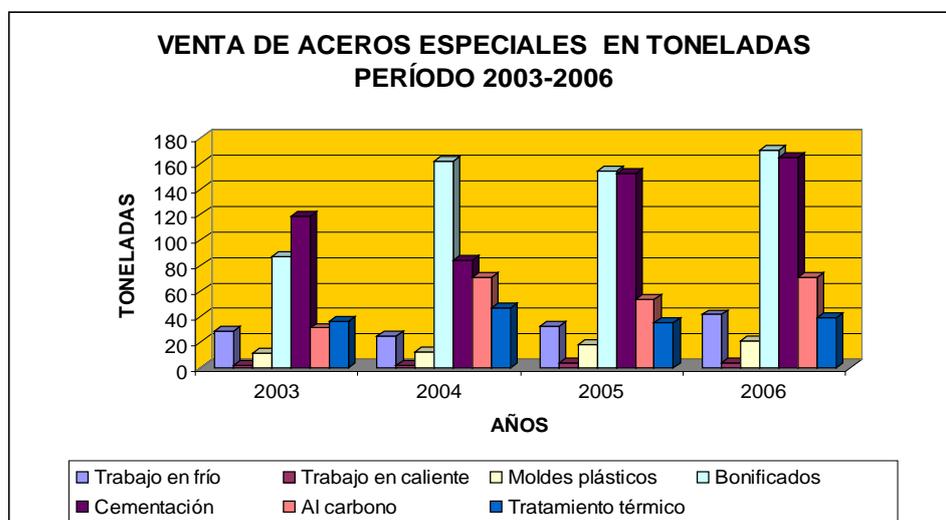


FIGURA 1.7 VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS  
TÉRMICOS

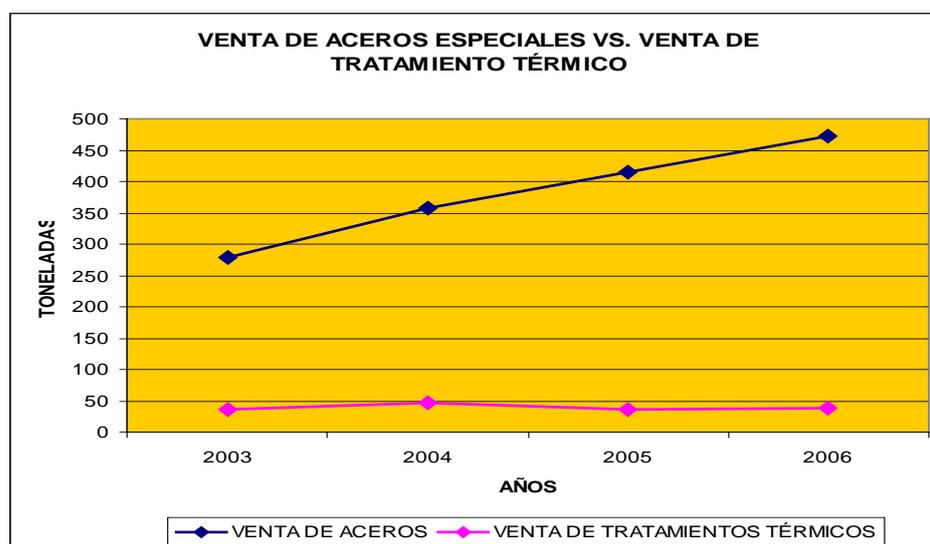


FIGURA 1.8 VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS  
TÉRMICOS

### 1.3 ANALISIS DE RENTABILIDAD Y PRECIOS

El costo de la operatividad de la planta está calculado en base a consumos de energía y la potencia de los equipos, consumo de combustible e insumos necesarios. Este cálculo inicial de costos mensual no incluye depreciación de equipos ni costo de mano de obra. Los costos mensuales por tratamiento ver en Tabla 2, 3, 4.

**TABLA 2**  
**COSTOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA E INSUMOS**  
**PARA TEMPLE**

TEMPLE	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	Horno	Horas de trabajo	Potencia	Costo USD/Kw. X Hora	Costo Total USD	CONSUMO DE INSUMOS	Insumo	Consumo mensual Kg.	Costo USD\$/Kg	Costo Total USD\$
		Horno 2	119	32	0,09	130,23		TEC 140	25	1,99	49,75
Horno 3	40,8	6	0,09	6,98	Diesel			300			
Horno 9	163,2	24	0,09	133,96							
Horno 4	85	32	0,09	93,02							
Subtotal						364,19	Subtotal			349,75	

**TABLA 3**  
**COSTOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA E INSUMOS**  
**PARA CEMENTACIÓN**

CEMENTACION	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	Horno	Horas de trabajo	Potencia	Costo USD/Kw. X Hora	Costo Total USD	CONSUMO DE INSUMOS	Insumo	Consumo mensual Kg.	Costo USD\$/Kg	Costo Total USD\$
		Horno 2	119	32	0,09	130,23		AS140	25	1,99	49,75
Horno 3	163,2	5	0,09	27,91	TEC 960	30	2,21	66,3			
Horno 9	40,8	24	0,09	33,49	CIANURO	30	1,56	46,8			
Horno 4	85	32	0,09	93,02	Diesel			300			
Subtotal						284,65	Subtotal			462,8	

**TABLA 4**  
**COSTOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA E INSUMOS**  
**PARA RECOCIDO/DISTENSIONADO**

RECOCIDO/DISTENSIONADO	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	Horno	Horas de trabajo	Potencia	Costo USD/Kw. X Hora	Costo Total USD
		Horno 9	25	24	0,09	15,39
Subtotal						17,39

Con esta información estamos en capacidad de calcular las producciones mínimas diarias para cubrir los costos operativos de los distintos procesos.

**TABLA 5**  
**PRODUCCIONES MINIMAS DIARIAS**

PROCESO	PRODUCCION MINIMA DIARIA Kg.
TEMPLE	37,9
CEMENTACION	44,62
RECOCIDO/DISTENSIONADO	3,26
<b>TOTAL</b>	<b>84,09</b>

**TABLA 6**  
**RESUMEN MENSUAL DE COSTOS**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>PRODUCCIÓN Kg.</b>	<b>COSTO TOTAL USD</b>	<b>COSTO USD / Kg.</b>
<b>TEMPLE</b>	<b>797,00</b>	<b>713,00</b>	<b>0,89</b>
<b>CEMENTACIÓN</b>	<b>937,00</b>	<b>747,00</b>	<b>0,80</b>
<b>RECOCIDO / DISTENSIONADO</b>	<b>55,50</b>	<b>15,39</b>	<b>0,28</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1789,50</b>	<b>1476,78</b>	<b>0,83</b>

De acuerdo a lo anterior calculamos nuestra lista de precios donde buscamos un margen de rentabilidad promedio del 40%.

La lista de precios esta calculada tomando en cuenta que estamos incluyendo los gastos por depreciación, personal y otros gastos directos

TABLA 7

## LISTA DE PRECIOS DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS

PROCESO	MENOR A	ENTRE	MAYOR A
	1 Kg.	1 A 2 Kg.	2,1 Kg.
	USD	USD	USD
RECOCIDO	4,18	3,98	3,68
DISTENSIONADO	3,15	2,95	2,65
REVENIDO	3,15	2,95	2,65
TEMPLE 800 ° - 900° C	4,54	4,34	4,04
TEMPLE 901 ° - 1000° C	5,29	5,09	4,79
TEMPLE 1001 ° - 1100° C	5,68	5,48	5,18
CEMENTACIÓN 0,1 - 0,3 mm.	4,16	3,96	3,66
CEMENTACIÓN 0,4 - 0,6 mm.	4,62	4,42	4,12
CEMENTACIÓN 0,7 - 1,0 mm.	4,85	4,65	4,35
CEMENTACIÓN 1,1 - 1,3 mm.	5,08	4,88	4,58
CEMENTACIÓN 1,4 - 1,6 mm.	5,31	5,01	4,71

El tratamiento térmico de nitruración y el temple a más de 1100° C serán enviados a la planta de Quito.

Ponemos como ejemplo de cálculo de rentabilidad lo realizado en el primer semestre del año 2008

**TABLA 8**  
**CALCULO DE RENTABILIDAD PERIODO ENERO-JUNIO DEL 2008**

<b>GYE</b>	<b>ene-08</b>	<b>feb-08</b>	<b>mar-08</b>	<b>abr-08</b>	<b>may-08</b>	<b>jun-08</b>
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• temple	4.887	3.988	4.246	5.654	3.999	4.964
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• nitruración	3.321	8.183	5.049	3.843	8.795	7.200
	USD	-USD	USD	USD	USD	USD
• recocado	511	276	248	336	734	187
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• cementación	4.051	3.273	3.461	5.448	6.231	4.442
Total ventas en	USD	USD	USD	USD	USD	USD
USD	12.770	15.169	13.004	15.281	19.759	16.792
• temple	962	781	812	1.147	762	1.009
• nitruración	574	1.454	784	771	1.542	1.184
• recocado	128	-94	62	72	153	39
• cementación	781	630	689	1.079	1.268	864
Total kg. vendidos	2.445	2.771	2.346	3.068	3.726	3.097
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• temple	5,08	5,11	5,23	4,93	5,24	4,92
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• nitruración	5,79	5,63	6,44	4,99	5,71	6,08
• recocado	USD	USD	USD	USD	USD	USD

	3,99	2,94	4,00	4,70	4,78	4,80
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
• cementación	5,19	5,20	5,03	5,05	4,91	5,14
Precio promedio en USD/kg.	USD 5,22	USD 5,47	USD 5,54	USD 4,98	USD 5,30	USD 5,42
Costo promedio en USD/kg.	USD 3,34	USD 3,22	USD 3,61	USD 2,87	USD 2,34	USD 2,67
• energía	USD 860	USD 909	USD 1.037	USD 963	USD 974	USD 1.079
• consumo sales	USD -	USD 647	USD 532	USD 615	USD 1.047	USD 544
• consumo diesel	USD 1.080	USD 393	USD 786	USD 1.179	USD 393	USD 786
• gastos de personal	USD 4.559	USD 5.416	USD 4.461	USD 4.387	USD 4.757	USD 4.627
• depreciaciones	USD 1.165	USD 1.158	USD 1.150	USD 1.158	USD 1.153	USD 938
• otros gastos directos	USD 500	USD 400	USD 500	USD 500	USD 400	USD 300
Total costo de producción	USD 8.165	USD 8.924	USD 8.466	USD 8.802	USD 8.724	USD 8.274
<b>Resultado operativo</b>	<b>USD 4.606</b>	<b>USD 6.245</b>	<b>USD 4.539</b>	<b>USD 6.480</b>	<b>USD 11.035</b>	<b>USD 8.518</b>
<b>Resultado operativo</b>	<b>36,1%</b>	<b>41,2%</b>	<b>34,9%</b>	<b>42,4%</b>	<b>55,8%</b>	<b>50,7%</b>

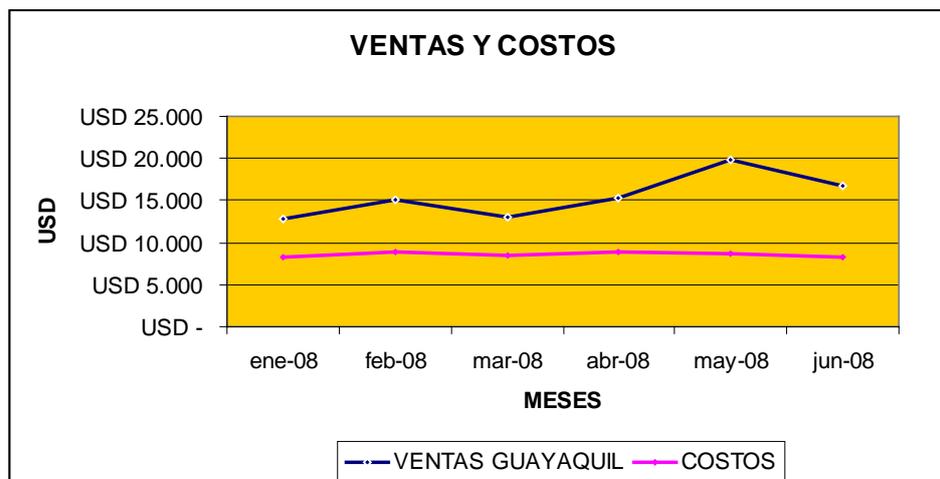


FIGURA 1.9 EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS Y COSTO AÑO 2008

#### 1.4 PLAN ESTRATÉGICO PARA LA CAPTACIÓN DEL MERCADO

El análisis de resultados y conclusiones nos indican claramente que existe una insatisfacción del cliente en el servicio que esta recibiendo actualmente y una falta de cultura del tratamiento térmico, lo que provoca equivocaciones, que en la mayoría de los casos suelen ser costosas

Enfocaremos nuestra estrategia en los siguientes aspectos:

##### CLIENTES

##### **Información técnica al servicio de los clientes**

Mediante los siguientes casos reales vamos a demostrar la importancia de informar al cliente, además de las consecuencias en costos, atrasos en tiempo y para de producción

**Primer caso****FISURAS EN RODILLOS PARA BUCLEADOR HORIZONTAL**

- Con fecha 28 de julio se emitió un requerimiento de servicio de la empresa XXX en el cual se solicita un tratamiento de temple de 6 rodillos para bucleador horizontal fabricados en acero Assab 709 (AISI 4140)(información suministrada por el cliente), con un peso de 29 kg. y solicitando una dureza de 50-52 HRC.
  
- Con fecha 29 de julio se elabora una orden de trabajo de Temple de los rodillos mencionados, en la orden se colocan los 6 rodillos, el peso y el tipo de acero indicado en el requerimiento de servicio del cliente XXX, es decir 709.
  
- Se tramita la hoja de procesos de esta orden y se determina en el temple la temperatura de 840° C por un tiempo de 40 minutos y enfriamiento en baño de sales a 200° C para luego realizar un revenido a 200° C durante dos horas.
  
- Este proceso se realizó según las especificaciones del acero que Uds. indican, es decir 709 ó V320 (AISI 4140), adjuntamos una copia de la hoja técnica del acero en la cual se detalla que la temperatura de temple está entre 830 – 860° C, con enfriamientos

posibles al agua, al aceite y en baño de sales a 180 – 220° C. El enfriamiento utilizado en nuestra planta es el baño de sales, el cual evita tensiones excesivas causadas por enfriamiento al aceite o al agua, obteniendo normalmente una dureza de 54 – 56 HRC.

- Luego de este proceso el Jefe de planta realiza el respectivo control de calidad, el cual resultó en 30 HRC, nuestra inmediata acción es verificar el tipo de acero mediante chispa, al tener dudas en el tipo de acero procedemos a solicitar al Cliente nos confirme el origen del acero, y en muchos casos solicitamos nos ayuden con la factura del proveedor, esto para poder realizar la trazabilidad del acero.

- Nuestro Jefe de planta solicitó nos ayuden confirmando el tipo de acero, recibiendo la respuesta que XXX realizó el análisis químico del acero y el resultado era igual al 709, sin embargo recibió la indicación de tratarlo como un 760 (AISI 1045).

- Procedimos a realizar el reproceso de estas piezas, recociendo y luego templando como 760 (AISI 1045 o BÖHLER V945).

- Adjunto enviamos una copia de la hoja técnica de este acero en donde indica que se debe temprar a agua (o al aceite cuando son

piezas pequeñas), esto porque el acero es menos aleado que el 709 y requiere un enfriamiento más brusco para obtener dureza. Luego de enfriar al agua y revenir a 200° C notamos que las piezas estaban fisuradas, procedimos a enviarlas a ustedes con el respectivo informe en donde se indica lo sucedido.

- Al conversar con usted recibo la información que el acero del cual se fabricaron las piezas no era un 709 ni un 760, sino el eje de un barco, es decir un material desconocido y que XXX realizó un análisis químico del acero, determinando que era 709.

- Conclusiones

1. Aceros Bohler puede tratar aceros de origen desconocido, pero no garantiza que los mismos cumplan los requerimientos del Cliente (ver ANEXO 3), mucho más si estos materiales tuvieron su ciclo de vida útil y tienen tensiones residuales de trabajo o fatiga mecánica.

2. No tuvimos esta información desde el principio, caso contrario hubiéramos procedido a recocer el acero antes de templearlo para disminuir sus tensiones por fatiga.

3. Nos hubiera gustado disponer del resultado del análisis químico de las piezas para darle nuestro criterio del mismo y buscar el mejor tratamiento a las piezas, anotamos también que para realizar un análisis de composición química se deben colocar patrones adecuados para esto, ya que existen patrones para aceros aleados, y no aleados.

4. Nuestra primera opción hubiese sido templar el acero al aceite, el cual es un enfriamiento intermedio entre el agua y el baño de sales, para luego verificar dureza, los datos que nos proporcionaron inicialmente (acero 709) y al final (acero 760) no nos guiaron correctamente, ya que se escogieron los enfriamientos menos adecuados para este caso.

El ejemplo arriba mencionado es un problema derivado de falta de conocimientos básicos en la importancia de saber que tipo de acero se está mandando a tratar, mecanización de piezas y tratamiento térmico por parte del cliente. Los cuales traen consigo un sin número de reclamos y opiniones equivocadas que van en contra del servicio que brinda la empresa. Muchos de estos errores se pueden evitar mediante la prevención, fue por ello que establecimos un programa de capacitación dirigido a: clientes en general, Colegio de Ingenieros

Industriales, Colegio de Ingenieros Mecánicos, Socios pertenecientes a la Cámara de la pequeña industria y asociación de talleres metal mecánicos.

Las capacitaciones fueron encaminadas a temas específicos e íntimamente relacionado con el tratamiento térmico, entre las cuales podemos mencionar:

- Recomendaciones técnicas para adquirir un acero especial
- Recomendaciones para el mecanizado
- Especificaciones de tolerancias para corte de acero y durezas en tratamientos térmicos
- Información necesaria para realizar un correcto tratamiento térmico
- Recomendaciones para el rectificado
- Recomendaciones para el electro erosionado
- Control e inspección de las piezas previo al tratamiento térmico.

Actualmente las capacitaciones son más concretas o específicas, ya no generales o abiertas, de tal manera que son impartidas al personal de varias empresas que tienen iguales procesos de fabricación.

## **Manual de aceros especiales y tratamientos térmicos / Volantes / Revistas especializadas**

En el Manual de aceros especiales, ver Anexo 4 y tratamientos fue creado con el objetivo de dar al cliente una información que le sirva como herramienta de trabajo, consulta e instrucción.

En él están descritos cada uno de los aceros que distribuye ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. así como: el tipo de aleación, propiedades, empleo, tratamiento térmico, esquema de tratamiento térmico, diagrama de revenido, soldadura de reparación y las medidas en stock. Ver formato adjunto en el Anexo

En las volantes o mini informativos, el cliente puede encontrar resumido todo el contenido de las capacitaciones, estas sirven de gran ayuda para recordar lo aprendido en dicha capacitación y que lo tengan presente cada vez que van a confeccionar una pieza. Además con el fin de que la información sea distribuida como medio de enseñanza al personal nuevo, entregamos hojas donde se da una explicación amplia sobre cada uno de los tipos de tratamiento térmico que se realiza. Ver formatos adjuntos en el Anexo 5

A pesar de que la circulación de revistas especializadas son escasas y las que circulan, realizan un tiraje muy pobre. ACEROS BOEHLER

DEL ECUADOR S.A. está presente en dos: FORJANDO FUTURO, que es una revista patrocinada por FEDIMETAL (FEDERACIÓN ECUATORIANA DE INDUSTRIAS DEL METAL) y la revista patrocinada por la CAMARA DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA DE QUITO.

## TRATAMIENTO TÉRMICO

- TRATAMIENTO TÉRMICO

Tratamientos térmicos orientados a mejorar la producción significativamente es lo que ofrecen el temple subcero y el martempering. Concientizar a los clientes en la importancia de incluir dentro de los procesos de fabricación el distensionado, con la finalidad de minimizar la deformación para que se encuentre en límites manejables. Para esto se elaboro una hoja informativa donde se destaca la importancia de este tratamiento. Ver formato adjunto en el Anexo 5

- Control de calidad

Como empresa certificada (Certificado ISO 9001:2000), todos sus proceso tienen establecidos parámetros y normas a seguir.

Su alcance cubre desde la recepción de las piezas hasta su posterior entrega una vez realizado el tratamiento térmico o termoquímico solicitado.

Al momento de recibir las piezas se realiza la inspección para comprobar la forma, geometría, tamaño y rugosidad, de esta manera poder estimar posibles problemas en el trabajo y si existiese, es obligación del personal del proceso comunicárselo inmediatamente al cliente.

Esta recepción se plasma en formatos específicos que dependen del tipo de tratamiento que se va a realizar. Los formatos están adjuntos en el Anexo 6 y son los siguientes:

- ORDEN DE TRABAJO TEMPLE
- ORDEN DE TRABAJO CEMENTACIÓN
- ORDEN DE TRABAJO NITRURACIÓN

El control de calidad se lo realiza en cada etapa del proceso, registrando los resultados en la respectiva orden de trabajo.

Controles muy importantes son la medición de dureza en el temple, revenido, recocido y cementación, así como la verificación de la limpieza, fisuras, integridad de los filos y esquinas y la cantidad de piezas tratadas estén de acuerdo a lo entregado por el cliente.

Para el caso de la nitruración, el control de calidad se lo realiza empleando sulfato de cobre, el cual no oxida la superficie.

### SERVICIO

Una inconformidad general por parte de los clientes entrevistados fueron los puntos siguientes:

- Recepción y entrega puerta a puerta
- Cumplimiento en los tiempos de entrega
- Respaldo y garantía

El cliente para ser atendido en un tratamiento térmico tiene dos opciones ir personalmente a dejar la pieza o llamar por teléfono a la empresa para que la recojan, en ambos casos es necesario que el cliente explique el tratamiento que necesita realizar, tipo de acero, que dureza desea alcanzar, etc, requisitos que son anotados por la persona que lo atiende, quien consulta en ese momento con el personal de planta para que indiquen el tiempo en que va a ser estar listo. El respaldo y garantía se lo expresa claramente en las órdenes de nitruración, cementación y temple. Ver formato en el Anexo 3.

### PRECIOS Y CREDITO

Como estrategia de precios escogimos dos:

- Facturación acumulada

Consiste en realizar una sola factura por mes (25 de cada mes) en la que se totalizan todos los kilos en tratamientos térmicos realizados durante ese mes. Es muy conveniente para el usuario ya que gana más días de crédito, de manera que pueda financiar el costo del trabajo en general

- Lista de precios basada en descuentos por cantidades

Lista de precio. Ver Anexo 7

# CAPITULO 2

## 2 SOLUCION DEL PROBLEMA

### 2.1 Tipos de tratamiento térmico y termoquímicos en servicio

Un tratamiento térmico de aceros especiales tiene tres procesos que lo definen: el calentamiento, tiempo de permanencia y enfriamiento. Las variantes en velocidades de: calentamiento y enfriamiento y tiempos de permanencia en el horno diferencian a los distintos tipos de tratamientos térmicos.

Los tratamientos termoquímicos necesitan, a más de los procesos normales de un tratamiento térmico, un medio o atmósfera de difusión del elemento que va a formar parte de la composición química del acero, que puede ser carbono o nitrógeno. Existen medios de difusión líquidos como los baños de sales que funden a 800 °C, gaseosos y sólidos. Esta difusión necesita temperatura para

que el proceso se acelere o para tener una estructura donde el acero tenga mayor capacidad de difusión.

La mayoría de las propiedades de un acero especial se las obtiene luego del tratamiento térmico. Todos los aceros vienen con algún tipo de tratamiento térmico en su fabricación (estado de suministro) que pueden ser: recocido, bonificado, apagado, etc. Otros tratamientos en cambio se los realiza luego de procesos de mecanizado (distensionado, temple, revenido).



FIGURA 2.1 FOTO DE ACERO QUE ESTA SIENDO TEMPLADO  
EN SU PROCESO DE PRODUCCIÓN (BONIFICADO)

Al obtener los aceros especiales sus propiedades luego del tratamiento térmico, este se convierte en uno de los procesos más importantes dentro de la fabricación de una pieza mecánica, sobre todo al tomar en cuenta que una pieza de acero que va al tratamiento térmico tiene un alto valor agregado (costo del acero + costo del mecanizado).

Por esta razón es de suma importancia el seleccionar una planta de tratamiento que cumpla con los requerimientos básicos en equipos, instalaciones, tecnología, control de calidad y capacitación de su personal para que los procesos sean de la más alta calidad.

De acuerdo al estudio de mercado para los aceros mas empleados los tratamientos térmicos a realizar son:

#### RECOCIDO DE REGENERACIÓN

Consiste en elevar la temperatura (ver Anexo 8) a un valor determinado por el tipo de acero, seguido por mantenimiento de 1 a 2 horas y un enfriamiento dentro de un horno. Este tratamiento baja la dureza luego de procesos donde se han producido un error de dureza, normalmente por temple para poder mecanizar piezas endurecidas.

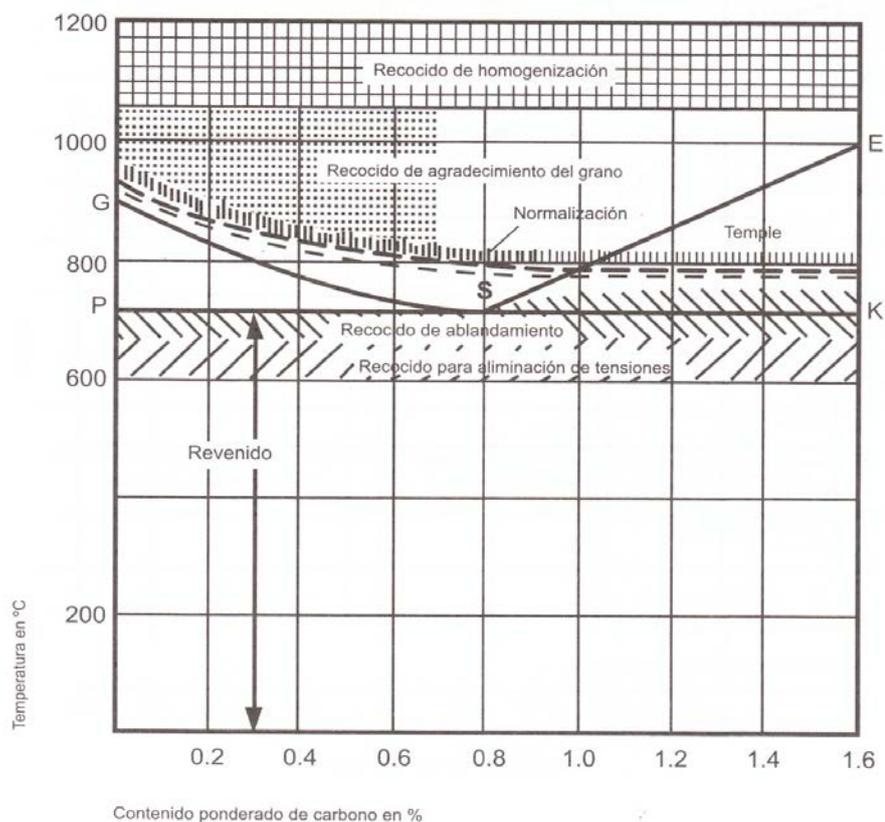


FIGURA 2.2 DIAGRAMA TEMPERATURA-CARBONO

### NORMALIZADO

Este tratamiento tiene el mismo objetivo que el recocido de regeneración (Fig. 13) pero es aplicable solo para aceros de bajo porcentaje de carbono y de baja aleación, ya que el enfriamiento luego del mantenimiento es al aire (aceros de mediano y alto porcentaje de carbono y aleación se endurecen con un enfriamiento al aire). El normalizado elimina tensiones internas, afina la estructura y baja la dureza.

## DISTENSIONADO

La deformación en frío es un efecto en el tratamiento térmico inevitable del proceso debido a la concentración de esfuerzos mecánicos y térmicos en el material, es posible sin embargo minimizar la deformación para que se encuentre en límites manejables. El acero a lo largo de su vida sufre una gran concentración de esfuerzos, comenzando en su fabricación al ser laminado, luego en el momento del maquinado de las piezas al aumentar o retirar masa, en el tratamiento térmico al sufrir cambios estructurales y choque térmico, al ser rectificado o erosionado sin los cuidados adecuados, y finalmente los esfuerzos que produce el montaje y trabajo de las piezas.



FIGURA 2.3 TREN DE LAMINACIÓN

Una operación de corte aplica sobre el acero energía, la cual se convierte en calor y es absorbido en su mayoría por la herramienta de corte y el resto por el acero, pudiendo llegar a temperaturas superiores a los 700 ° C en la herramienta y a los 300 ° C en la zona de contacto de la pieza (Fig. 15), si a esto se añade la deformación plástica del acero a cortar por la presión, podemos obtener tensiones internas importantes.

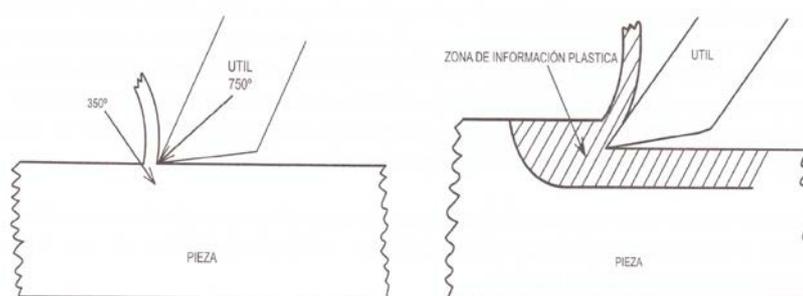


FIGURA 2.4. EFECTOS DE LA ENERGÍA EN EL PROCESO DE CORTE

EL DISTENSIONADO o ALIVIO DE TENSIONES a las piezas reduce el riesgo de deformación y resguarda la inversión hecha; la figura muestra la tendencia de deformación de las piezas por efectos de la temperatura de tratamiento térmico.

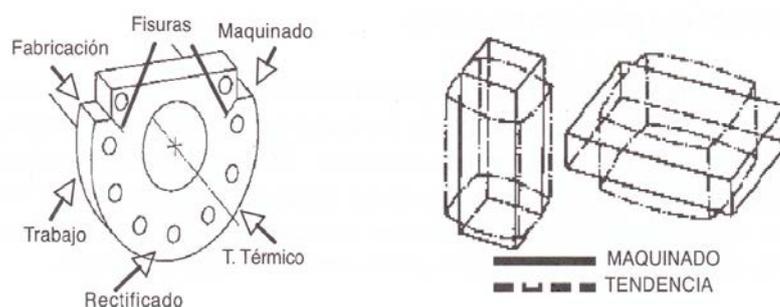


FIGURA 2.5 TENDENCIA DE DEFORMACIÓN POR EFECTOS DE TEMPERATURA

Es un proceso que libera las tensiones internas del material sin presentar ningún cambio micro estructural y por lo tanto manteniendo las propiedades como maquinabilidad, ductilidad, etc., este proceso consiste en un calentamiento a fondo a temperaturas suficientemente altas pero sin llegar a temperatura de transformación austenítica, manteniendo dicha temperatura dependiendo de las dimensiones de la pieza y posterior enfriamiento lento.

Existen dos tipos de DISTENSIONADO: el DISTENSIONADO INTERMEDIO que se aplica a piezas desbastadas o soldadas, y el DISTENSIONADO DE TRABAJO que se aplica a piezas rectificadas o que ya han cumplido varios ciclos de trabajo.

Al realizar el DISTENSIONADO INTERMEDIO se presentan leves deformaciones en las piezas que fácilmente se pueden corregir ya que se ha hecho solo un desbaste, evitando de esta manera que dichas deformaciones se presenten en piezas con medidas finales y con tratamiento térmico.

Desbaste

Distensionado

Acabado

Tratamiento Térmico

Rectificado

Este tipo de DISTENSIONADO se debe realizar siempre que se haya retirado más de un 20% del material, cuando las piezas tengan ángulos de corte muy agudos, cuando se haya realizado desbaste desigual de las caras, cuando se haya realizado cordones de soldadura en la pieza, cuando la pieza sea muy asimétrica, etc.

El DISTENSIONADO DE TRABAJO se aplica a piezas que deban ser rectificadas o pulidas, así como a piezas que ya han trabajado y se requiere Nitruarlas, es recomendable realizar este proceso a las matrices de corte previo al reafilado de las mismas

## TEMPLE

Tiene como finalidad elevar la dureza del acero, para así aumentar su durabilidad en uso.



FIGURA 2.6 PIEZA TEMPLADA, ACABADA LIBRE DE TENSIONES

El temple comprende un calentamiento a temperatura de  $50 - 60^{\circ}\text{C}$  (ver ANEXO 9) por encima de la temperatura crítica superior  $AC3$  en el diagrama de equilibrio Fe-C (en los aceros especiales la temperatura viene determinada por el fabricante), manteniendo durante un espacio de tiempo a esta temperatura y un enfriamiento brusco a una velocidad superior a la crítica de temple para obtener por transformación de fase en estado sólido una elevación de dureza.

Esta transformación se sucede cuando el átomo de carbono insertado en el centro de la estructura cúbica se desplaza por calentamiento progresivo al centro de las caras del cubo que va aumentando de tamaño hasta constituir la estructura cúbica de cara centrada llamada austerita (en honor al científico norteamericano de apellido Austen). Si luego enfriamos rápidamente a razón de  $150^{\circ}$  C/seg. ó más, el carbono situado en otras posiciones (caras del cubo) en una estructura cristalina llamada tetragonal, como no tiene tiempo para regresar al centro del cubo queda atrapado en la red de solución sólida (ver figura ....), la nueva estructura se denomina martensita, distinguible al microscopio por su forma de agujas o lanzas.

El porcentaje de carbono en el acero, a partir del cual se pueden obtener transformaciones para elevar la dureza del acero considerablemente se puede estimar sobre el 0,30%, en donde la templabilidad es apreciable o adecuada.

La velocidad crítica de temple es la velocidad de enfriamiento necesaria para mantener estable la austerita hasta llegar al punto  $M_s$  (Martensita start) o comienzo de transformación martensítica. El aumento de carbono y de ciertos elementos de aleación como le

Mn., Cr., Mo. y Ni disminuyen la velocidad crítica de temple. Por lo tanto aceros de mediana y alta aleación no necesitan enfriamientos excesivamente bruscos.

**TABLA 9**  
**EFEECTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS POR LOS**  
**ELEMENTOS DE ALEACION**

EFEECTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS POR LOS ELEMENTOS DE ALEACIÓN																		
ELEMENTO	PROPIEDAD	DUREZA	RESISTENCIA	CEDENCIA	ALARGAMIENTO	REDUC. AREA	VALOR/IMPACTO	ELASTICIDAD	RES./ALTA/TEMP.	VEL./ENFRIAM.	FORMA/CARBURO	RES./DESGASTE	FORJABILIDAD	MAQUINABILIDAD	FORM./CASCARA	NITRURABILIDAD	RES./CORROSION	
Silicio	Si	↑	↑	↑↑	↓	↑	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↑↑↑	↓	↓	↓	↓	•	Su Silicio
Manganeso	Mn	↑	↑	↑	~	↑	~	↑	~	↓	~	↑↑	↑	↓	~	~	•	Mn Manganeso (P)
Manganeso (A)	Mn	↑↑↑	↑	↓	↑↑↑	~	•	•	•	↑↑	•	•	↑↑↑	↑↑	↑↑	•	•	Mn Manganeso (A)
Cromo	Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↑	↑	↑↑↑	↑↑	↑	↓	•	↑↑↑	↑↑	↑↑↑		Cr Cromo
Niquel (P)	Ni	↑	↑	↑	~	~	~	•	↑	↑↑	•	↑	↓	↓	↓	•	•	Ni Niquel (P)
Niquel (A)	Ni	↑↑	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	•	↑↑↑	↑↑	•	•	↑↑↑	↑↑	↑↑	•	↑↑	Ni Niquel (A)
Aluminio	Al	•	•	•	•	↓	↓	•	•	•	•	•	↑↑	•	↑↑	↑↑↑	•	Al Aluminio
Tungsteno	W	↑	↑	↑	↓	↓	~	•	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑	•	W Tungsteno
Vanadio	V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑	•	↓	↑	↑	V Vanadio
Cobalto	Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	•	↑↑	↑↑	•	↑↑↑	↓	~	↓	•	•	Co Cobalto
Molibdeno	Mb	↑	↑	↑	↓	↓	↑	•	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↓	↑↑	↑↑	↑↑	•	Mb Molibdeno
Cobre	Cu	↑	↑	↑↑	~	~	~	•	↑	•	•	•	↑↑↑	~	~	•	•	Cu Cobre
Azufre	S	•	•	•	↓	↓	↓	•	•	•	•	•	↑↑↑	↑↑↑	•	•	↓	S Azufre
Fósforo	P	↑	↑	↑	↓	↓	↑↑↑	•	•	•	•	•	↓	↑↑	•	•	•	P Fósforo
(A) Acero Austenítico		Incremento: ↑			Reducción: ↓													
(P) Acero Perlítico		Constante: ~			Desconocido: •													

Para tener éxito en un tratamiento térmico debemos conocer:

La influencia de los elementos de aleación sobre la velocidad crítica de temple y penetración del temple.

Velocidad de los medios de enfriamiento existentes como son el agua, el aceite, baños de sales, aire, aire comprimido, gases.

El proceso de temple que comienza con un enfriamiento en sales a 200° C seguido de un enfriamiento al aire (martempering), con el cual se puede obtener una estructura combinada que le proporciona al acero especial mayor tenacidad, menor deformación por choque térmico, mayor homogeneidad de dureza, sin descuidar su resistencia al desgaste. Este proceso es ideal para aceros de herramientas de alta aleación cuya temperatura de inicio de transformación de martensita  $M_s$  es a 200° C y su velocidad crítica no es elevada (Ver diagrama adjunto). Las propiedades de este enfriamiento son elevadas en comparación con el enfriamiento al aceite.

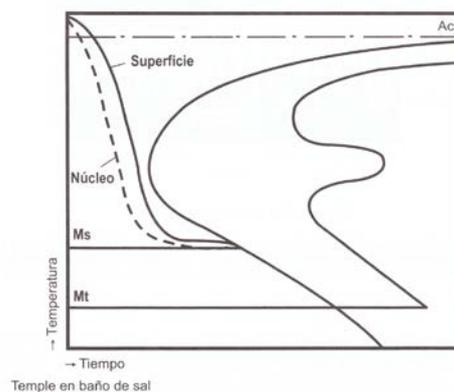


FIGURA 2.7 DIAGRAMA TIEMPO-TEMPERATURA-TRANSFORMACIÓN (TTT)

Ms: Martensita Start

Mt: Martensita total o finish

## TEMPLE SUBCERO

A finales del siglo ante pasado (1800), cuando se inicio a comprimir gases como el oxígeno y nitrógeno, los cuales se encuentran a temperaturas criogénicas en su estado líquido, se notó que los materiales de los recipientes que los contenían, mejoraban sus propiedades físicas considerablemente.

A principios de los ochenta del siglo pasado, la industria metal-mecánica comenzó a utilizar el tratamiento criogénico como estabilizador dimensional, ya que los cambios repentinos de austenita a martensita provocan cambio en las dimensiones, y si se lograba tener una estructura 100% martensítica, (lo cual es muy difícil conseguir una transformación completa) desde el proceso de fabricación, se eliminarían estos cambios dimensionales.

Fue durante esta misma década, que se descubrió que a través de este cambio microestructural se obtenían aumentos del tiempo de vida útil de más de 400% debido a que las fallas del tratamiento

térmico eran eliminadas y se comenzó a comercializar para este propósito.

Con el tratamiento subcero los defectos atómicos como vacancias, traslapes, dislocaciones de borde, etc., se ven modificados quedando una estructura molecular casi perfecta (con pruebas experimentales realizadas en ausencia de la gravedad se han obtenido mejores resultados) que cambia las propiedades haciéndolo más resistente al desgaste y más tenaz. Este efecto es el que acusa la liberación de esfuerzos residuales.

Beneficios y resultados:

Resistencia al desgaste: aumenta del 25% al 400%.

Dureza: en algunos casos incrementa de 1 a 3 puntos HRC.

Tenacidad: incrementa o se mantiene estable en aceros.

Esfuerzos residuales: se liberan por completo.

Estabilidad dimensional: estabiliza las dimensiones del material.

Resistencia a la corrosión intergranular: aumenta hasta el 70%.

Estos cambios se dan en el 100% de la estructura, los afilados y rectificadores posteriores no afectan los beneficios del temple subcero.

Aumenta la productividad, disminución de costos en un 30%.

## REVENIDO

Es la operación final en un tratamiento térmico, su objetivo principal es disminuir las tensiones causadas por el choque térmico de temple, con esto ocurre el primer cambio de la martensita, que es pasar de una estructura tetragonal a cúbica de cuerpo centrado y esto sucede desde los 180 ° C (ver ANEXO 10 y ANEXO 11), existiendo un cambio volumétrico.

Otra finalidad del revenido es la reducción de dureza necesaria para el uso de la pieza, ganando en tenacidad en disminución de la resistencia al desgaste. De ahí la importancia, ya que dependiendo de las exigencias de la pieza se debe obtener mediante tratamiento la dureza adecuada.

No siempre es recomendable durezas elevadas, por la fragilidad del acero.

Dentro de los tratamientos termoquímicos tenemos:

## CEMENTACIÓN

Que en realidad es una carburización o difusión de carbono atómico para aceros con porcentajes de este elemento menores al 0,30%.

Este proceso se realiza entre los 850 a 950° C (Ver Anexo 10) cuando el acero está en estado austenítico, que es cuando tiene mayor capacidad de disolución del carburo de hierro. Aunque se puede cementar aceros con porcentajes de carbono entre el 0,30 y 0,70% no es recomendable por no ser aplicable, ya que el acero está saturado de carbono y la difusión no se lleva a cabo.

El objetivo es tener dos tipos de acero en una misma pieza, ya que la composición química es diferente. La capa cementada, una vez templada y revenida, tendrá mayor resistencia a esfuerzos mecánicos de tracción y torsión.

La profundidad de la capa cementada depende del medio de cementación y del tiempo de permanencia. El medio más eficiente para carburizar es por medio de sales de cianuro, logrando mayores profundidades de capa cementada en menor tiempo.

La selección de la profundidad de la capa estará de acuerdo a las dimensiones de la pieza y a su aplicación, en la mayoría de los casos los aceros para cementación están destinados a la aplicación en partes de maquinaria y repuestos, y en su mayor parte en la construcción de piñones y engranajes, por lo que la capa cementada

no deberá llegar hasta el núcleo de la pieza para no perder el principio de núcleo tenaz.

Luego de la cementación a 920° C el acero se enfría al aire para obtener un afinamiento del grano, para luego proceder al temple a temperatura entre 800 – 840 ° C, donde se logra un menor crecimiento del grano, el enfriamiento depende del tipo de acero, al agua para aceros al carbono, al aceite y baño de sales (martempering) a 200 ° C para aceros aleados, seguido del revenido, obteniéndose una dureza entre 56 – 62 HRC.

## NITRURACIÓN

La NITRURACIÓN ha sido utilizada por gran variedad de industrias a lo largo del mundo durante muchas décadas para mejorar la resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión y resistencia a la fatiga pudiendo utilizarse como alternativa a otros procesos de tratamiento superficial como el cromado o niquelado con equivalentes o mejores cualidades y mayor economía en costos.

Propiedades y aplicaciones:

La NITRURACIÓN es un proceso de difusión de nitrógeno el cual forma compuestos de nitruros de hierro o nitruros complejos como

los nitruros de aluminio, si contiene a este elemento en su composición. Los elementos de aleación del acero como nitruros de hierro, nitruros de cromo, nitruros de tungsteno forman una capa altamente resistente al desgaste y a la corrosión.

La capa nitrurada tiene dos zonas perfectamente distinguibles, la zona de compuestos donde se forman los nitruros, que tiene una profundidad en micras, y una capa de difusión total que es mayor. La capa de compuestos es la que obtiene mayor dureza, en consecuencia mayor resistencia al desgaste y reduce la tendencia a la adherencia del material, en la capa de difusión en cambio encontramos al nitrógeno en solución sólida, pudiendo encontrar algunos tipos de nitruros. La capa nitrurada se satura rápidamente, sobre todo si existe mayor formación de nitruros en aceros aleados, dificultando la difusión de más nitrógeno. La segunda regla es: mientras más aleado es el acero, menor profundidad de capa nitrurada.

Luego de la nitruración en el baño de sales se realiza un enfriamiento entre 350 – 400 ° C en sales especiales oxidantes que le proporcionan a la capa nitrurada resistencia a la corrosión comparable a procesos de cromo duro.

Al proceso en conjunto lo denominamos TENIFER

Resistencia a la corrosión.- La nitruración es ideal para matrices de inyección de plásticos, así como también en piezas sometidas a ambientes altamente corrosivos como por ejemplo partes de bombas para extracción de petróleo.

Resistencia al desgaste.- La estructura intermetálica de la zona de compuesto reduce la fricción y la tendencia a adhesión (microsoldaduras) con una contraparte metálica, por lo cual la resistencia al desgaste se incrementa aproximadamente en un 20% en piezas nitruradas, su aplicación es en: ejes para extrusión de alimentos y plásticos, moldes templados para colado de aleaciones metálicas livianas, árboles de levas de fundición, piñones para caja de velocidades, guías y placas guías para matrices.

Resistencia a la fatiga.- Como el proceso se realiza mediante la difusión al interior del acero no existe posibilidades de desprendimiento o fractura de la capa nitrurada como en el caso del cromado eliminando la posibilidad de formación de concentradores de tensiones. La resistencia a la fatiga aumenta en un 50% en piezas nitruradas, como cigüeñales, brazos de dirección, puntas de ejes, matrices de forja.

#### Recomendaciones antes del nitrurado:

- Las piezas deben estar totalmente libres de recubrimientos galvánicos, niquelado, etc., ya que estos contaminan el baño dejando manchas y adhiriéndose a otras piezas.
- Las piezas deben estar libres de adhesivos y/o pinturas ya que éstos manchan a las piezas dejando acabados superficiales deficientes.
- No se podrán procesar aquellas piezas que tengan aplicaciones de bronce, latón, aluminio o cualquier material no ferroso.
- En el caso de que se retire más del 20% del material inicial es recomendable realizar el distensionado para evitar deformaciones por tensiones del maquinado.
- En el caso de nitrurar piezas que ya han trabajado es recomendable realizar el distensionado previo al rectificado.
- Es recomendable en piezas con cambios de sección aplicar radios de entalle o redondeos; para mejorar la resistencia mecánica.

#### Aplicaciones:

##### Industria del plástico

- Matrices para inyección, ejes de extrusión.
- Reemplazo del electro depósito de cromo en los moldes

- Reemplazo de bimetales duros de las caras de los tornillos de extrusión
- Matrices de peletización



FIGURA 2.8 MOLDE PLÁSTICO

#### Industria automotriz

- Válvulas
- Cigüeñales
- Engranajes

#### Armamento

- Cañones de pistolas
- Bloques

#### Industria del papel

- Cuchillas de corte
- Rodillos corrugados



FIGURA 2.9 CUCHILLA PARA CORTE DE PAPEL

### **Troquelería**

- Ejes y columnas para matrices

### **Industria petrolera**

- Bombas de extracción
- Elementos que necesiten alta resistencia a la corrosión

## **2.2 Diseño de la planta para hacer tratamientos térmicos de aceros especiales**

De acuerdo a los consumos de los aceros especiales y los tratamientos térmicos que ellos necesitan, se diseñó una planta que fuera capaz de producir la gran mayoría de los tratamientos.

Hay que considerar como instrumento indispensable de medición y control, al durómetro, para poder determinar con certeza que se ha realizado un tratamiento que cumple con los requisitos exigidos por el cliente. Había que instalar una planta de tratamientos de aguas

residuales y lavado de gases por los contaminantes generados. Ver figura 2.10

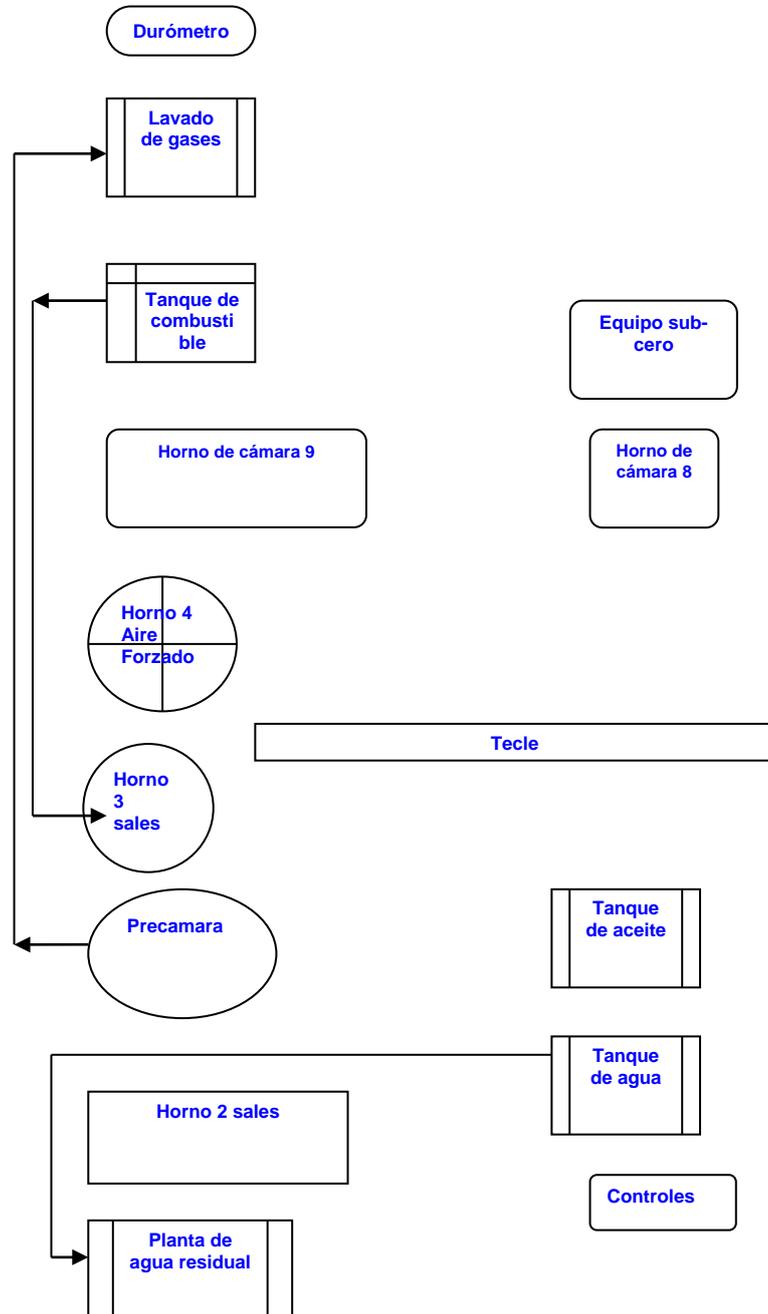


FIGURA 2.10 ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS

TÉRMICOS

### 2.3 Diagrama de los procesos

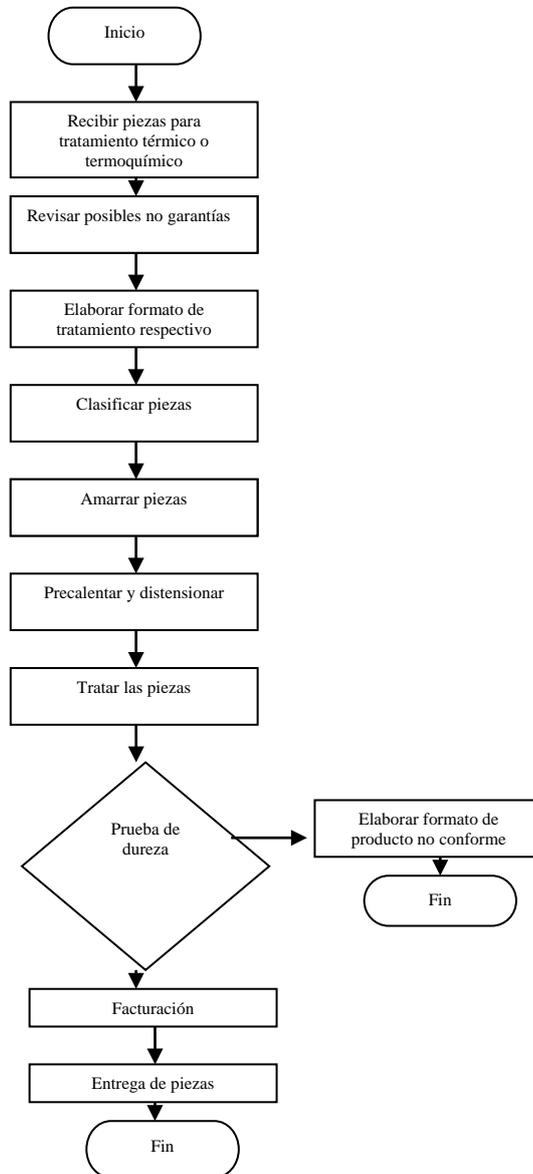


FIGURA 2.11 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DE UN PROCESO DE TRATAMIENTO TÉRMICO

### Diagrama de flujo de un proceso de temple

Todos los procesos de tratamiento térmico siguen el mismo diagrama de flujo desde “INICIO” hasta “AMARRAR LAS PIEZAS”, por lo tanto, los diagramas comenzaran con el paso siguiente al amarrado.

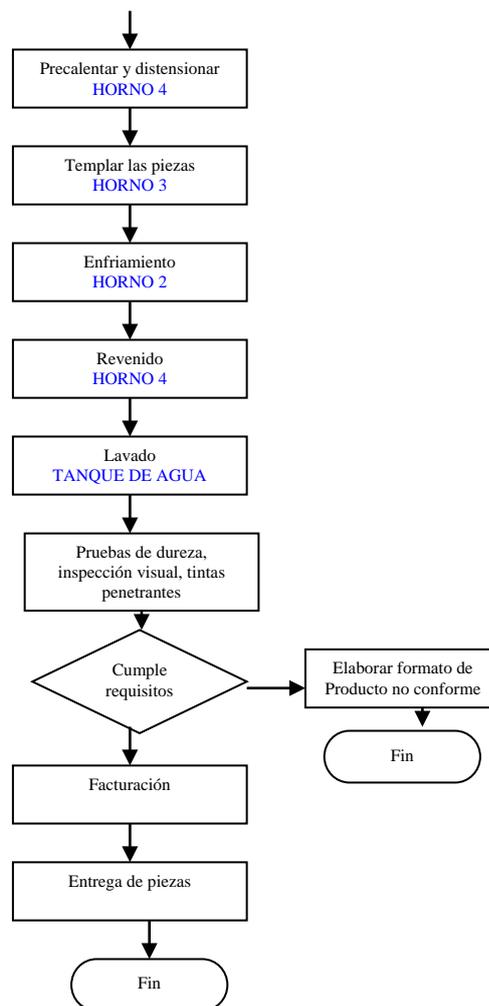


FIGURA 2.12 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PROCESO DE  
TEMPLE

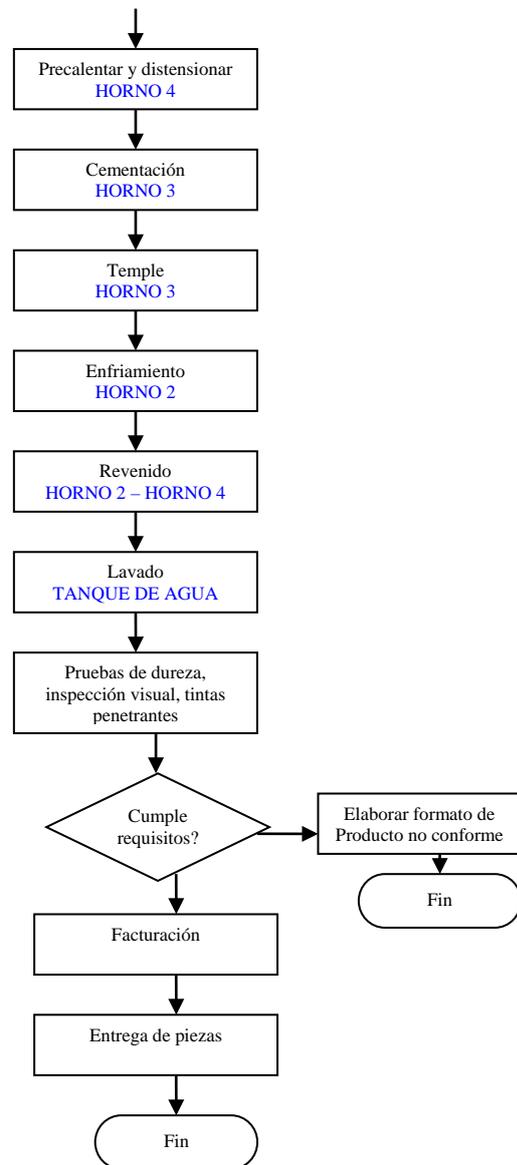


FIGURA 2.13 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PROCESO  
CEMENTACIÓN

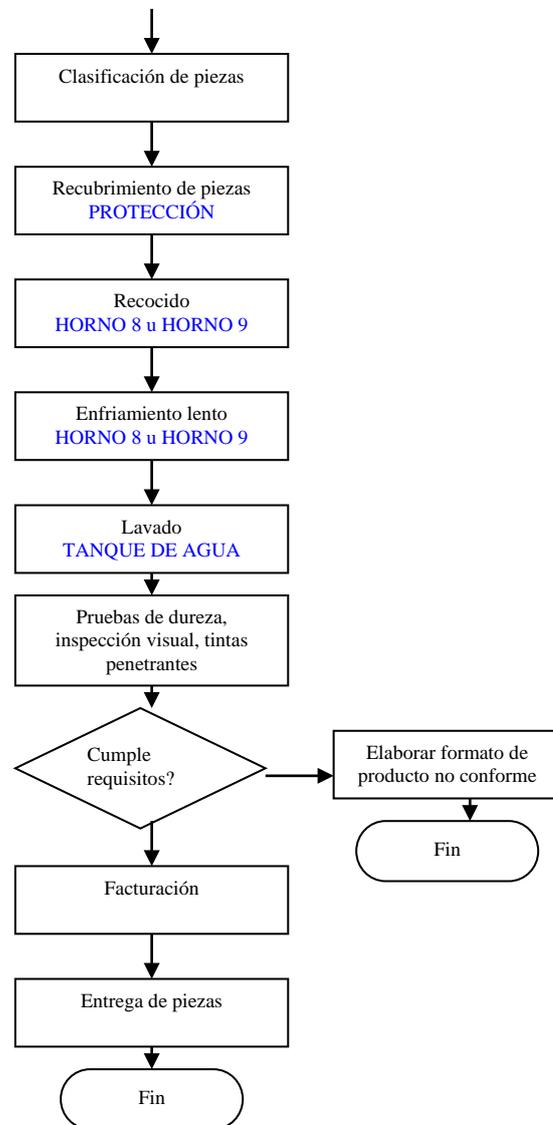


FIGURA 2.14 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PROCESO DE RECOCIDO-DISTENSIONADO

## 2.4 EQUIPOS INSTALADOS

### Horno de sales 2

Basado en el calentamiento por resistencias eléctricas de las sales en su interior, además de un motor se produce la agitación de las sales fundidas. Las sales que utiliza el horno es TEC 140 (ver ANEXO 13), las cuales se añaden para mantener las piezas sumergidas bajo estas sales.

Los tratamientos térmicos que se realizan en este horno son: se utilizan para revenido, pero básicamente su objetivo principal es el de realizar enfriamiento MARTEMPERING. Las partes de que consta un horno de sales están descritas en la figura 2.15



FIGURA 2.15 HORNO DE SALES # 2

La lectura de la temperatura se realiza en el tablero de control en la pantalla del pirómetro, la cual es idéntica para todos los hornos.

La precisión de la pantalla es de un grado centígrado.



FIGURA 2.16 PANTALLA DEL PIRÓMETRO

### Horno de sales 3

Basado en el calentamiento de las sales en su interior por medio de la combustión del diesel alrededor del crisol metálico.

Los materiales que este horno utiliza son:

Grafito en escamas el cual se utiliza para evitar la evaporación del baño, se añade cuando se detecte la evaporación.

TEC 960 – Cianuro de sodio (ver ANEXO 13), estas sales se utilizan para la difusión de carbono en el proceso de cementación, la relación es de 1 medida de cianuro de sodio por 1 medida de TEC 960 cloruro de bario (Ver ANEXO 13). El porcentaje debe ser mayor del 10% en el baño para que la cementación sea óptima, de ser menor hay que regenerar el baño.

Los tratamientos térmicos que se realizan en este horno son: temple y cementación.

Las dimensiones son: crisol de 500,00 mm. de diámetro y 700,00 mm. de profundidad.

Las partes de que consta un horno de sales están descritas en la figura 2.16



FIGURA 2.17 HORNO DE SALES 3



FIGURA 2.18 CRISOL PARA EL HORNO 3

#### **Horno de aire forzado 4**

El horno de aire forzado se basa en el calentamiento por medio de resistencias eléctricas del aire en su interior, además a través de un motor se produce la circulación de dicho aire.

Los tratamientos térmicos que se realizan en este horno son: distensionado, precalentados, empavonado (calentar la pieza dos horas a 500 ° C, y luego se procede a enfriar en aceite), revenidos.

Las dimensiones son: cámara de 500,00 mm. de diámetro y 700,00 mm. de profundidad.

Las partes de que consta un horno de sales están descritas en la figura.



FIGURA 2.19 HORNO DE AIRE FORZADO 4

### **Horno de cámara 8**

El horno de cámara se basa en el calentamiento por medio de resistencias eléctricas del aire en su interior.

Los tratamientos térmicos que se realizan en este horno son: temple de aceros con contenidos de alto carbono que sobrepasen los 1000 ° C y recocidos. COMPLETAR SOBRE AC3

Las dimensiones son: cámara de 400,00 mm. x 700,00 mm. x 700,00 mm.

Las partes de que consta un horno de resistencias están descritas en la figura 2.19



FIGURA 2.20 HORNO DE CÁMARA 8

Todas las piezas a ser tratadas en este horno deben estar protegidas de la descarburización. Esto se logra envolviendo a las piezas en papel periódico o lámina metálica y cubriéndolas de carbón vegetal dentro del horno.

### **Horno de cámara 9**

El horno de cámara se basa en el calentamiento por medio de resistencias eléctricas del aire en su interior.

Los tratamientos térmicos que se realizan en este horno son: temples de aceros con contenidos de alto carbono que sobrepasen

los 1000 ° C, recocidos, se lo utiliza cuando se tiene piezas de mayor longitud.

Las dimensiones son: cámara de 700,00 mm. x 700,00 mm. x 1500,00 mm.

Las partes de que consta un horno de resistencias están descritas en la figura 2.20



FIGURA 2.21 HORNO DE CÁMARA 9

Todas las piezas a ser tratadas en este horno deben estar protegidas de la descarburización. Esto se logra envolviendo a las piezas en papel periódico o lámina metálica y cubriéndolas de carbón vegetal dentro del horno.

### **Equipo para temple subcero**

Utilizado para realizar temple en el cual ocurre cambios microestructurales en el acero a una temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ .



FIGURA 2.22 EQUIPO DE TEMPLE SUBCERO

### **Tanques de aceite y agua**

El tanque de aceite es utilizado para el enfriamiento de las piezas

El tanque de agua es utilizado para el enfriamiento y lavado de las piezas

Las dimensiones de los tanques para almacenamiento de aceite y agua son de igual dimensión: 1200,00 mm. x 1200,00 mm. x 1000,00 mm., están hechos de plancha de hierro.



FIGURA 2.23 TANQUES DE AGUA Y ACEITE

### **Planta de aguas residuales**

Utilizada para realizar el tratamiento de aguas provenientes del tanque donde se lavan las piezas y que contiene un alto porcentaje de cianuro.



FIGURA 2.24 PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

### **Sistema de lavado de gases**

Utilizada para eliminar los gases de combustión del diesel las cuales se contaminan de partículas, oxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono.



FIGURA 2.25 PLANTA DE LAVADO DE GASES

### **Tanque elevado para almacenamiento de combustible**

Se lo utiliza para almacenar el combustible (diesel) que va a ser usado en el horno de combustión de sales.



FIGURA 2.26 TANQUE ELEVADO

### **Durómetro de pedestal marca Mitutoyo**

Se lo utiliza para realizar pruebas de mediciones de dureza (HRC) a los aceros una vez que se ha realizado el tratamiento térmico.



FIGURA 2.27 DURÓMETRO

### **Herramientas y equipos**

Ganchos de acero de transmisión utilizados para sostener las piezas durante el tratamiento térmico

Tecla con capacidad de carga de una tonelada



FIGURA 2.28 TECLE ELECTRICO



FIGURA 2.29 HERRAMIENTAS

### **Equipos de seguridad**

La protección del operario es de suma importancia, por lo cual se utiliza: casco con pantalla de seguridad, mascarilla con filtros protectores de gases tóxicos, guantes, mangas y mandil de cuero, botas de seguridad con punta de acero y protector auditivo.



**FIGURA 2.30 OPERARIO CON EQUIPO DE SEGURIDAD  
COMPLETO**

## **2.5 Capacidad de producción en kilogramos de aceros**

En el punto 1.3 Análisis de rentabilidad y precios, habíamos calculado que las producciones mínimas mensuales para cubrir los costos operativos de los distintos procesos, estos son:

**TABLA 10**

### **PRODUCCION MININA MENSUAL**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>PRODUCCIÓN Kg.</b>	<b>COSTO TOTAL USD</b>
<b>TEMPLE</b>	<b>797,00</b>	<b>713,00</b>
<b>CEMENTACIÓN</b>	<b>937,00</b>	<b>747,00</b>
<b>RECOCIDO / DISTENSIONADO</b>	<b>55,50</b>	<b>15,39</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1789,50</b>	<b>1476,78</b>

Actualmente la planta procesa un promedio mensual de 3200,00 Kg., trabajando 6 a 7 horas diarias durante 4 días a la semana, ya que un día se lo emplea para limpieza y mantenimiento.

La capacidad de producción la podríamos estimar en 5000,00 Kg., trabajado 8 horas diarias, 5 días a la semana.

La producción por tipo de tratamiento la podríamos dividir de la siguiente manera:

Temple	2000,00 Kg. / mes
Cementación	2000,00 Kg. / mes
Recocido	500,00 Kg. / mes
Distensionado	500,00 Kg. / mes

# CAPITULO 3

## 3. ESTRATEGIA COMERCIAL

### 3.1 Costo de inversión

El costo de la inversión se realizó de acuerdo al lo descrito en el punto 2.2 Diseño de la planta para hacer tratamientos térmicos especiales.

Todos los elementos contemplados en el plano han sido valorizados y se encuentran expresados en la tabla 11.

Se requirió una inversión de USD 104600,00 solamente en equipos, inversión recuperable en un lapso de cuatro años.

Lo más importante es el efecto multiplicador que causa en la venta de los aceros especiales y el crecimiento por ende en la cantidad de kilos tratados.

**TABLA 11**  
**COSTOS DE EQUIPO**

ITEM	EQUIPO	COSTO
		USD
1	Planta de aguas residuales	5700,00
2	Horno de sales # 2 (Martempering)	14000,00
3	Horno de sales # 3	17500,00
4	Horno de aire forzado # 4	15000,00
5	Horno de cámara # 9	12000,00
6	Horno de cámara # 8	8000,00
7	Tanque de almacenamiento de combustible	1500,00
8	Chimenea, extracción y lavado de gases	10000,00
9	Tanque de aceite y agua	1000,00
10	Quemador y soplador	1900,00
11	Tecele, castillo y accesorios	4000,00
12	Equipo Sub-cero	4000,00
13	Pirómetros	1000,00
14	Tableros de control	6000,00
15	Instalación y mano de obra	3000,00
	<b>Total</b>	<b>104600,00</b>

### 3.2 Proyecto siembra

El estudio de mercado además de cumplir con los objetivos propuestos, arrojó amplia información adicional, una de ellas es la que trata sobre la cultura con que se forman la mayoría de los

operarios que trabajan en los talleres y que con el tiempo, alguno de ellos llegan a ser jefes de los mismos. Por lo tanto las opiniones, sugerencias, conocimientos adquiridos emanados de los operarios son de mucha importancia y en ciertos casos decisivos para sus superiores.

El “PROYECTO SIEMBRA” pretende como sus palabras lo dicen, sembrar desde las aulas de los colegios y universidades de carreras técnicas una cultura mejorada sobre del acero.

El “PROYECTO SIEMBRA” persigue tres objetivos claramente diferenciados:

#### 1 Sembrar la marca böhler como sinónimo de calidad

Se busca el recordatorio de la marca BÖHLER asociada con la calidad durante los futuros diez años. Se logra esto mediante la demostración de los distintos procesos de fabricación con que están hechos los aceros BÖHLER, los controles de calidad con que se llevan a cabo y la formación que se imparte al personal para que pueda asesorar correctamente. Se fomenta el estudio y la investigación como medio indispensable en la preparación del individuo.



FIGURA 3.1 CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES

2 Sembrar conocimiento básico sobre los aceros y su tratamiento térmico.

Como especialistas en el manejo de los aceros, se tiene información al día sobre los diferentes tipos, aplicaciones, usos y empleo de los mismos.

Información técnica actualizada y pedagógicamente realizada para facilitar un aprendizaje amigable de tal manera que se cumpla lo de “aprender jugando” (ver ANEXO 14).

Visitas a fábricas y empresas para que vean en forma directa los usos y aplicaciones diversas que tiene el acero. Los esfuerzos a que están sometidos, la importancia de realizar el tratamiento térmico

adecuado, las consecuencias de no trabajar bajo normas y parámetros. Se trata de que tengan una vivencia lo más cercano a la realidad y a la cual se van a enfrentar.



FIGURA 3.2 VISITAS DE ESTUDIANTES DE LA ESPOL

### 3 Crecimiento personal

Los hermanos BÖHLER por los años 1898 decían lo siguiente “Nosotros damos a nuestros empleados alas para volar y los clientes el mejor servicio que puedan esperar”. Actualmente se busca mediante videos comentados de historias de superación sugerir a los estudiantes el aumentar su fe en sí mismos para alcanzar sus metas personales. Definitivamente la buena formación de un profesional debe estar basada en lo técnico sin descuidar su crecimiento personal.

El “PROYECTO SIEMRA” es un proceso que está ya en marcha y se lo desarrolla de la siguiente manera:

Se realizó un censo de todos los Colegio Técnicos Industriales Fiscales, Particulares y Fiscomicionales establecidos en las ciudades de Guayaquil y Durán (Ver listados de Colegios Técnicos en el (Anexo 15)

Se entrevistó con los rectores de cada uno de los planteles a quienes se les presentó el proyecto y solicitó la participación de los estudiantes que están cursando el último año solamente.

Los alcances de este proyecto en un futuro es hacer partícipe a los estudiantes que están cursando los tres últimos años. Para el año 2008 el número meta a capacitar es de 500 alumnos.

Se ha planificado un cronograma de trabajo de tal manera que todos los miércoles de cada semana a partir del mes de agosto se imparta una capacitación con la asistencia de 50 estudiantes como número máximo.

Con el fin de mejorar la preparación de los conferencistas se les dio un curso sobre “Formación de formadores”, el cual tuvo como

objetivos: estructurar las charlas, mejorar sus capacidades y técnicas como conferencista e instructor y manejo de gestos y la expresión corporal.

Las capacitaciones en el área técnica son elaboradas por el Gerente técnico de la empresa, quien instruye a los conferencistas sobre los diversos aspectos y preguntas que por parte de los alumnos pueden ser solicitadas como inquietudes en el momento de la capacitación.

La preocupación del cumplimiento con la sociedad es un tema preferencial en BÖHLER.

### **3.3 Incremento de la productividad**

El incremento en la venta de aceros y tratamientos térmicos una vez instalada la planta se demuestra en el siguiente cuadro que recoge las ventas realizadas desde el año 2004 hasta el año 2007.

Para cada año, para cada tipo de acero expresamos en toneladas y el porcentaje que representa con respecto al total por año, los resultados alcanzados en venta.

**TABLA 12**  
**VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR VENTAS DE ACEROS ESPECIALES EN TONELADAS**  
**PERÍODO 2004-2007**

ACEROS / AÑOS	2004		2005		2006		2007	
	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%
Trabajo en frío	25,00	7,01%	32,28	7,78%	41,71	8,84%	53,4	11,32%
Trabajo en caliente	2,28	0,64%	4,39	1,06%	3,94	0,84%	5,09	1,08%
Moldes plásticos	12,57	3,52%	18,56	4,47%	20,9	4,43%	29,23	6,20%
Bonificados	162,00	45,40%	154,29	37,17%	170,17	36,08%	212,47	45,05%
Cementación	84,00	23,54%	152,09	36,64%	164,4	34,86%	180	38,16%
Al carbono	71,00	19,90%	53,47	12,88%	70,54	14,96%	76,82	16,29%
Tratamiento térmico realizado por la planta de Quito	47,08	<b>13,19%</b>	35,73	<b>8,61%</b>	39,33	<b>8,34%</b>	66,87	<b>12,01%</b>
<b>Total</b>	<b>356,85</b>		<b>415,08</b>		<b>471,66</b>		<b>557,01</b>	

Habíamos detectado que la venta expresada en toneladas de servicio de tratamiento térmico durante los años 2004, 2005 y 2006 venía decayendo con respecto al porcentaje promedio (12%), ya que éste no se mantenía alrededor de lo esperado. Durante el año 2007 las ventas en tratamiento térmico comenzaron a incrementarse debido a la producción generada por la planta de Guayaquil, además el tratamiento termoquímico nitruración fue requerido por la mayoría de la industria plástica de esta ciudad, a pesar que dicho tratamiento se lo realiza en Quito.

El porcentaje regresó a su promedio esperado lo que demuestra un incremento grande en venta de tratamiento térmico ya que las ventas de acero también subieron (Fig. 3.3)

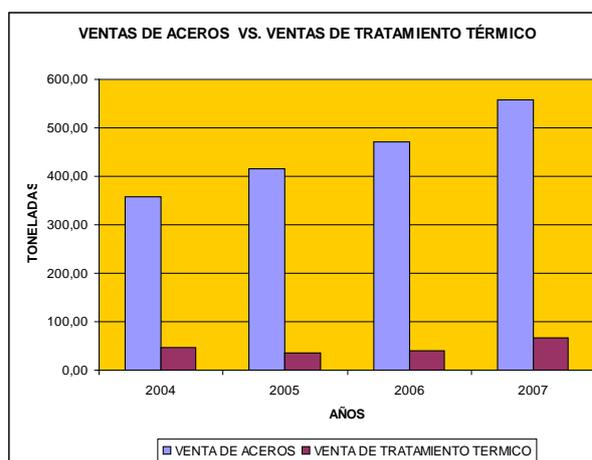


FIGURA 3.3 VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS

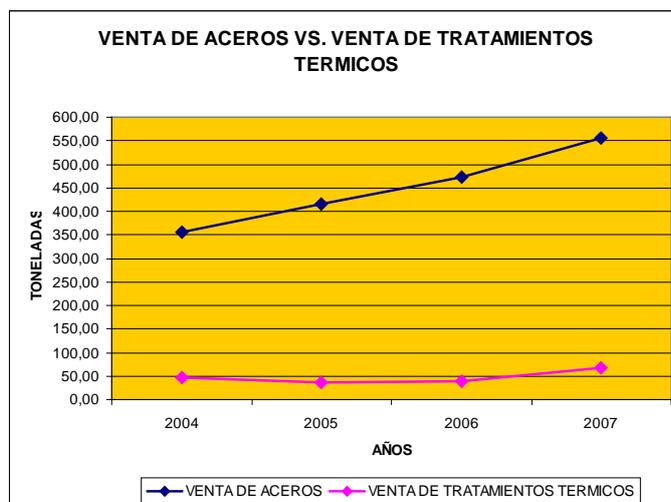


FIGURA 3.4 VENTAS DE ACEROS ESPECIALES Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS

### 3.4 IMPACTO AMBIENTAL

La contaminación, el cuidado del medio ambiente, el calentamiento global son temas obligados a tener en cuenta cuando se instala responsablemente una fábrica.

En la instalación de la planta de tratamientos térmicos se tuvo en cuenta el control de:

- Desechos
- Aguas residuales
- Emisiones gaseosas provenientes del horno 3

### Control de desechos

Se busca como objetivo el desalojo de los desechos generados, que para este caso son los lodos provenientes de los hornos de tratamiento térmico, planta de tratamiento de aguas, tanque de enfriamiento de agua y aceites. A los cuales son recolectados en tanques metálicos, ubicándolos en el área de líquidos combustibles.

Estos desechos son entregados a los diferentes gestores ambientales encargados del reciclaje de estos elementos. Esta entrega se registra en el FORMATO DE DESECHOS TT-FO-06. (ver Anexo 16)

### Control de aguas residuales

Se busca como objetivo el control de aguas residuales provenientes de la planta de tratamientos térmicos. Este control se basa en la Legislación Ambiental de Guayaquil (ver Anexo 17) referente a límites permisibles exigidos a aguas residuales que se descargan al alcantarillado público.

Las aguas residuales se almacenan en el tanque de enfriamiento y se utilizan para el temple y limpieza de las piezas una vez que se ha culminado el proceso de tratamientos térmicos.

Las aguas de este tanque se contaminan principalmente de cianuro proveniente de la sal cianuro de sodio en el horno 3 y 6, además de bario proveniente de la sal TEC 960 y TEC 540 (cloruro de bario). Los límites permisibles de demanda química de oxígeno, ph, sólidos suspendidos también son sobrepasados, producto del uso de estas sustancias químicas.

Para la reducción de estos parámetros dentro de los límites permisibles establecidos en las leyes mencionadas se sigue una metodología expresada en el ANEXO 20



FIGURA 3.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### Control de emisiones gaseosas

Como objetivo se busca establecer las normas y reglamentos para el control reemisiones gaseosas provenientes de la combustión del horno 3. Este control se basa en la Legislación Ambiental de Guayaquil (ver ANEXO 18) referente a límites permisibles exigidos por emisiones a la atmósfera producidas por fuentes fijas de combustión.

Estas emisiones se producen por la combustión de diesel de los quemadores que posee el horno 3, esta combustión se necesita para lograr la temperatura requerida en los procesos de temple y cementación del acero. Las emisiones gaseosas se contaminan de partículas, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono.

Para la reducción de estos parámetros a los límites permisibles establecidos en las leyes mencionadas, los gases que salen por la tubería de desfogue del horno 3 se conducen hasta el sistema de lavado de gases.

Cinco minutos antes de que se prenda el horno 3, el sistema de lavado de gases funciona, para lo cual enciende la bomba del tanque de almacenamiento de agua, haciendo subir la misma

mediante tubería hasta la parte más alta de la chimenea donde se dispersa mediante duchas de agua, en esta parte la chimenea está provista interiormente de discos con perforaciones por donde suben las emisiones gaseosas del horno 3 y toman contacto con el agua que desciende por la chimenea haciendo que estos se limpien de los elementos contaminantes del gas y caigan.

El agua desciende hasta el tanque de almacenamiento y nuevamente es bombeada hasta la chimenea para repetir el proceso. El agua del tanque de almacenamiento se utiliza durante un período de dos meses, luego del cual se traslada esta agua contaminada al tanque de tratamiento de aguas residuales para su posterior tratamiento.



FIGURA 3.6 DESFOGUE DEL HORNO 3



FIGURA 3.7 TORRE DE LAVADO DE GASES

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Con respecto al objetivo general

El servicio de tratamiento térmico es el socio principal del acero, por lo tanto guarda relación directa con la venta del mismo.

Bajo este concepto, el instalar una planta para tratamiento térmico en Guayaquil ha hecho que brinde una ventaja muy grande sobre los competidores que tiene actualmente ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

El crecimiento en la venta de aceros especiales (18%) y tratamiento térmico (70%) han sido significativos.

**TABLA 13**  
**VENTAS DE ACERO ESPECIALES EN TONELADAS PERIODO**  
**2004-2007**

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR VENTAS DE ACEROS ESPECIALES EN TONELADAS PERIODO 2004-2007
--

ACEROS / AÑOS	2004		2005		2006		2007	
	Ton.	Incremento %	Ton.	Incremento %	Ton.	Incremento %	Ton.	Incremento %
Tratamiento térmico realizado por la planta de Quito	47,08		35,73	<b>-24,00%</b>	39,33	<b>10,00%</b>	66,87 *	<b>70,00%</b>
Total**	356,85		415,08	<b>16%</b>	471,66	<b>14%</b>	557,01	<b>18%</b>

\* En el año 2007 esta sumado lo producido por Quito y Guayaquil

\*\* Toneladas vendidas de acero en los cuales existe la posibilidad de realizarles tratamiento térmico.

Por lo tanto el objetivo general, "Incrementar las ventas de aceros especiales y servicio de tratamiento térmico", se cumplió ampliamente, es más, como podemos apreciar en el cuadro, hemos incrementado nuestra tasa de crecimiento en la venta del acero, la cual venia manteniéndose alrededor de un 14%.

Indirectamente la producción de la planta de Quito subió porque se comenzó promocionar el tratamiento termoquímico de nitruración, el cual se lo realiza en Quito, como mejor alternativa que el cromado así como el sin número de aplicaciones que ofrece éste tratamiento. De esta manera incursionamos en un área que venía siendo atendida por las plantas que realizan el servicio de cromado.

Con respecto a los objetivos específicos

Objetivo 1.

La parte medular para conocer la factibilidad del proyecto era el estudio de mercado y para llevarlo a cabo de forma efectiva, teníamos que cumplir con etapas ideales.

Lo primero que se hizo fue elegir y definir el “target group”, el cual escogimos para realizar el estudio, al listado de clientes registrado en la cartera de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A., ya que esto facilitaría la labor al realizar la entrevista y que las respuestas suministradas sean lo más cercano a la realidad.

La imposibilidad de cubrir a todos los integrantes del “target group”, nos hizo escoger una muestra representativa o sub-segmento, para lo cual se eligió a 200 clientes de Guayaquil y 30 de Cuenca.

La entrevista personal y en sitio es la opción que mejor se adaptaba al objetivo de nuestra investigación además que brinda al encuestador la posibilidad de palpar directamente lo que ocurre en el mercado.

La elaboración de las preguntas, el número, el orden, el peso o calificación fueron resultado de continuos debates y análisis ya que en ellas radicaba la veracidad de la información.

Los resultados están detallados gráficamente (ver ANEXO 1) y tabulados (ver ANEXO 2) por cada pregunta, además de que nos indica quien es el Cliente, quien lo entrevistó y de que ciudad es.

De acuerdo a los resultados y conclusiones del estudio de mercado fijamos los planes y estrategias necesarias para la factibilidad o no del proyecto.

#### Objetivo 2.

El estudio de mercado nos dio a conocer que el “concepto de servicio al cliente” no existía (ver en el ANEXO 2, resultados de la pregunta 4), así como la responsabilidad en los tiempos de entrega, comunicación durante el proceso, entrega y recepción de materiales

puerta a puerta, responsabilidad técnica, catálogos, información, garantía y respaldo (ver en el ANEXO 2, resultados de las preguntas 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11).

Como la infraestructura y la cultura para brindar un servicio que satisfaga los requisitos y necesidades a los clientes existía, lo que se hizo fue ampliarlo al área de tratamientos térmicos, haciendo énfasis en los puntos arriba mencionados.

Como empresa certificada en el ISO 9001:2000, lo primero en implementarse en el área de servicio al cliente de tratamiento térmico fue el manual de procedimientos, donde se detallan y describen todas las actividades encomendadas para este fin. Ver ANEXO 19.

Se capacitó en el exterior al responsable de la planta de tratamientos térmicos de Guayaquil, de igual forma se amplió la capacitación a todo el personal del área comercial, despacho y control de calidad.

En la parte comercial se trabajó mucho en lo que se refiere a facturación, ofreciendo “facturación acumulada”, y una lista de precios donde se recalcaba la ventaja de descuentos adicionales por kilos de tratamientos tratados acumulados en el mes.

Había que aprovechar cobijarse bajo el paraguas de la marca BÖHLER, sinónimo de calidad y respaldo económico con el fin de garantizar los trabajos encomendados.

La continua preocupación por cumplir con las expectativas y requisitos exigidos por los clientes hicieron mejorar notablemente la relación comercial con ellos, acrecentando la confianza que depositan en las asesorías y sugerencias técnicas.

### Objetivo 3.

Por experiencias pasadas en la realización de tratamientos térmicos en la planta de Quito, sabíamos que uno de los problemas con que nos íbamos a encontrar era la falta de conocimiento sobre tratamiento térmico, lo que hace incurrir en errores y en muchos casos son debido al desconocimiento o equivocación en el tipo de acero que van a tratar o por no haber mecanizado de forma correcta. Por tal motivo en la pregunta 13 (ver ANEXO 1) preguntábamos acerca del conocimiento que tiene sobre tratamiento térmico.

El resultado fue el esperado, de mediano hacia abajo.

Elaboramos un plan de capacitación encaminados a tocar temas específicos relacionados con el tratamiento térmico, termoquímico y aceros.

Las capacitaciones fueron dirigidas a clientes en general, gremios mecánicos y asociaciones, socios de la Cámara de la pequeña industria, Colegio de Ingenieros mecánicos, Colegio de Ingenieros Industriales.

Los temas en que más énfasis se puso en la capacitación ya que por experiencia eran causales de muchos problemas fueron:

Recomendaciones técnicas para adquirir un acero especial.

Recomendaciones para el mecanizado.

Especificaciones de tolerancias para corte de acero y durezas en tratamiento térmico y termoquímico.

Recomendaciones para un correcto rectificado electro erosionado.

Control e inspección de las piezas previo al tratamiento térmico.

Los resultados alcanzados producto de estas capacitaciones superaron todas las expectativas, ya que se ampliaron las oportunidades de mejorar lo que normalmente venían haciendo generando esto, incremento en ventas de aceros como en el servicio de tratamiento térmico y termoquímico.

#### Objetivo 4

Por la experiencia adquirida en el servicio a la industria guayaquileña en el suministro de aceros especiales se sabía de ante mano las

clases o tipos de aceros que más se consumen y a los cuales, de acuerdo al uso, existe la posibilidad de realizarles un tratamiento térmico o termoquímico.

Sin embargo con la finalidad de poder tener información actualizada se incluyó en el estudio la pregunta 14, que se refiere al “tipo o clase de acero que utiliza principalmente”.

De acuerdo a los resultados obtenidos (ver ANEXO 1, pregunta 14), los tratamientos mas usados fueron: Temple, cementación, recocido / distensionado.

Teniendo en cuenta los tratamientos térmicos que teníamos que ofrecer elaboramos los diagramas de flujo para cada uno de los procesos y determinamos el diseño de la planta, y de acuerdo a eso los costos de instalación, análisis de rentabilidad y precios. (Podemos ver con más detalle los puntos 1.3 y 2.2).

#### Objetivo 5.

La contaminación ambiental fue un factor muy importante a ser tomado en cuenta cuando se instaló la planta de tratamientos térmicos.

Los controles que se incluyeron en el plan para el cuidado ambiental fueron los siguientes:

Control de desechos

Control de aguas residuales

Control de emisiones gaseosas

El desalojo de los desechos provenientes de los hornos de tratamiento térmico, planta de tratamientos de aguas, tanque de enfriamiento de aguas y aceite, son recolectados en tanque metálicos y se los ubica en el área de líquidos combustibles.

Los mismos que son entregados a los diferentes gestores ambientales encargados del reciclaje de estos elementos.

Basamos el control de aguas residuales provenientes de la planta de tratamientos térmicos en lo estipulado por La Legislación Ambiental de Guayaquil en lo referente a límites permisibles exigidos a aguas residuales que se descargan al alcantarillado público.

Para cumplir con lo estipulado en las normas ambientales se hicieron instructivos (ver ANEXO 20) en los cuales se determinaba

paso a paso la metodología a seguir para que el contenido de cianuro (0,02 mg./lt. o ppm), la demanda química de oxígeno, el ph (8) y los sólidos en suspensión estén dentro de los límites permitidos.

El control de emisiones gaseosas al igual que el anterior lo basamos en La Legislación Ambiental de Guayaquil en lo referente a los límites permisibles exigidos por emisiones a la atmósfera producidas por fuentes fijas de combustión.

Se diseñó todo un sistema para el lavado de gases, el cual consistía primero en una tubería de desfogue que, lleva los gases a la chimenea en la cual se los procesa mediante un sistema de lavado con agua. Se construyó una plataforma para mantenimiento de la chimenea y monitoreo de gases.

#### Objetivo 6.

El proyecto “Siembra”, labor social encaminada a mejorar el conocimiento de los estudiantes, no solo en la parte académica si no también a mejorarlos en sus principios y valores, ha tenido gran acogida por parte de los estudiantes, profesorado y rectores de los diversos colegios técnicos a los cuales se les ha impartido ya los

primeros seminarios y se han obtenido cosas muy positivas, como el censo de talleres metal mecánicos ubicados en diez cuadras a la redonda del plantel, idea que nació de los propios estudiante en agradecimiento a las charlas impartidas y que colaboró a la cartera de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. con dos clientes importantes, desconocidos hasta esa fecha.

#### **4.2 Recomendaciones**

El sinnúmero de aplicaciones y beneficios que tiene el proceso de nitruración, el crecimiento en ventas que se generó en el mercado industrial de Guayaquil, a pesar de que este tratamiento se lo realiza en Quito, obliga a mediano plazo planificar un proyecto de ampliación de la planta de tratamientos.

La adecuación de un laboratorio propio donde se puedan realizar pruebas de control de aguas residuales y evitar contratar externamente estos análisis.

Presentar un proyecto a Casa Matriz BÖHLER para mejorar los controles de calidad mediante un convenio de cooperación técnico científico con la ESPOL de tal manera que se beneficien mutuamente. Por un lado se obtiene un control de calidad certificado

por una entidad de prestigio y por otro se provee a la universidad de equipos de última tecnología.

Dividir el proyecto “SIEMBRA” en dos niveles:

NIVEL 1: destinado a capacitar estudiantes de colegios técnicos fiscales y particulares, además de estudiantes de Ingeniería Mecánica e Industrial. Como la metodología con la que se capacita es “aprender jugando”, podemos llamar a este nivel, proyecto JA-JA.

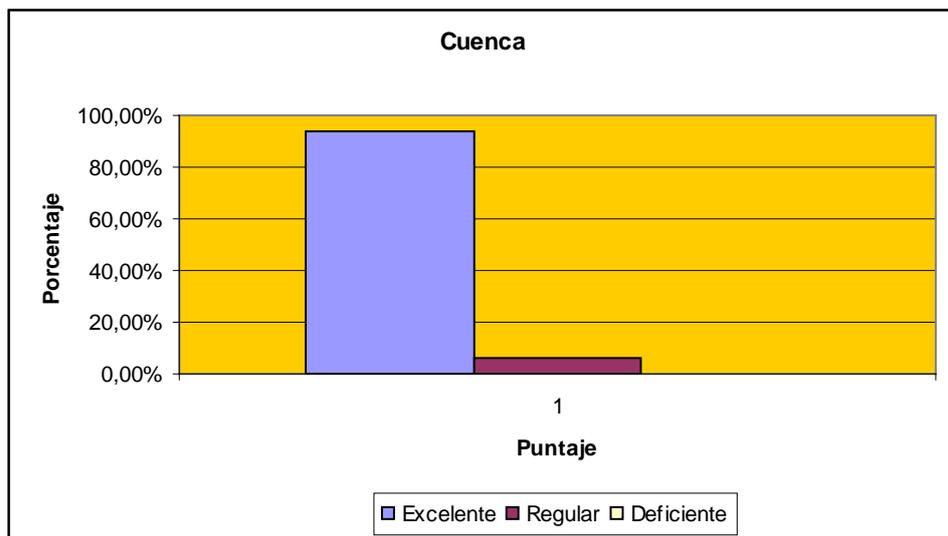
NIVEL 2: destinado a complementar la capacitación de profesionales exclusivamente en la rama de aceros, tratamientos térmicos y termoquímicos mediante convenios de colaboración mutua ESPOL-BÖHLER.

## PREGUNTA 1

El producto adquirido en ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. cumple con sus requerimientos.

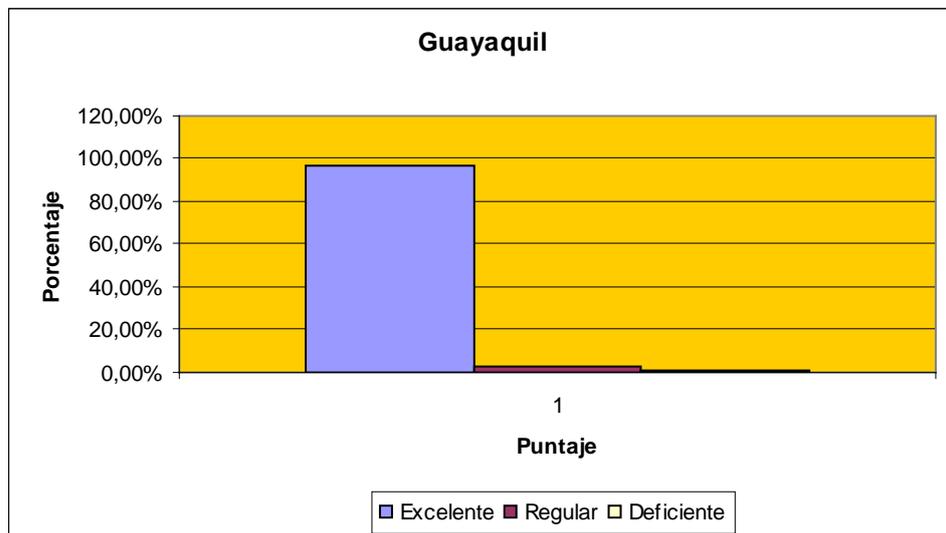
### Cuenca

Excelente	30	93,75%
Regular	2	6,25%
Deficiente	0	0,00%
Total	32	100,00%



## Guayaquil

Excelente	193	96,50%
Regular	6	3,00%
Deficiente	1	0,50%
Total	200	100,00%

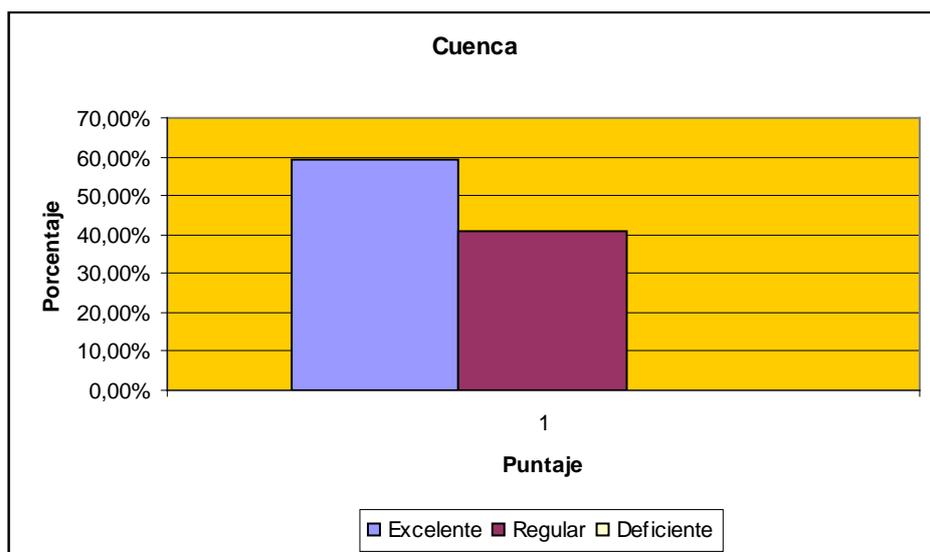


## PREGUNTA 2

Se cumple en ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. con sus expectativas de stock o disponibilidad de producto.

## Cuenca

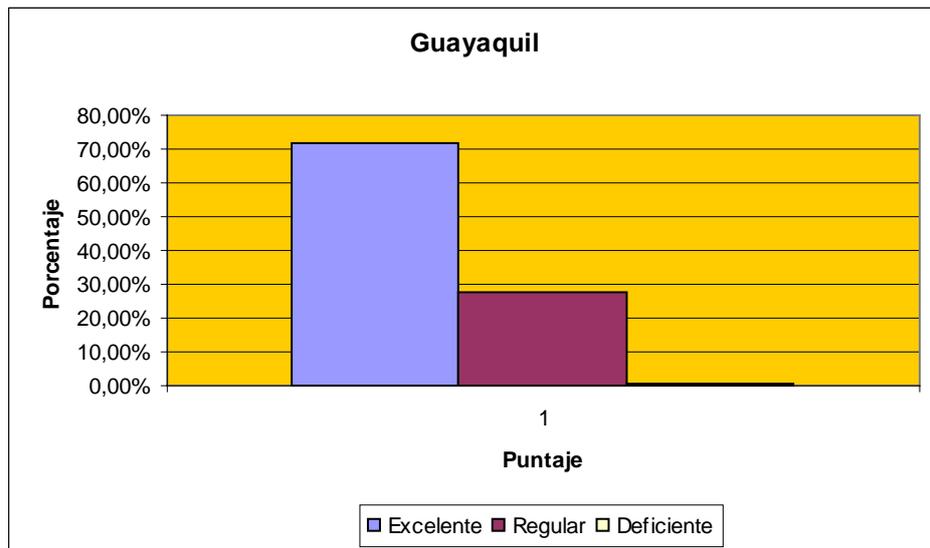
Excelente	19	59,38%
Regular	13	40,63%
Deficiente	0	0,00%
Total	32	100,00%



## Guayaquil

Excelente	144	72,00%
Regular	55	27,50%

Deficiente	1	0,50%
Total	200	100,00%

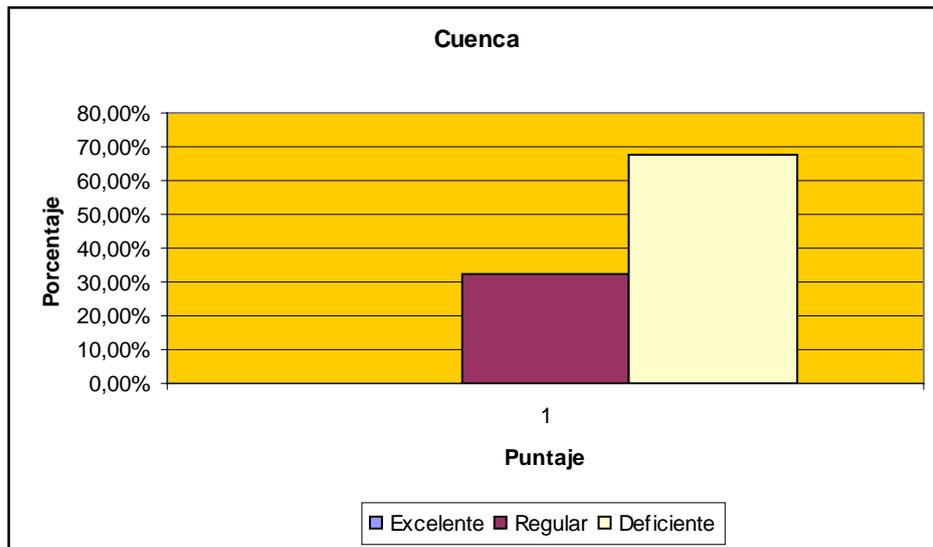


### PREGUNTA 3

Recibe servicio de post-venta en tratamiento térmico.

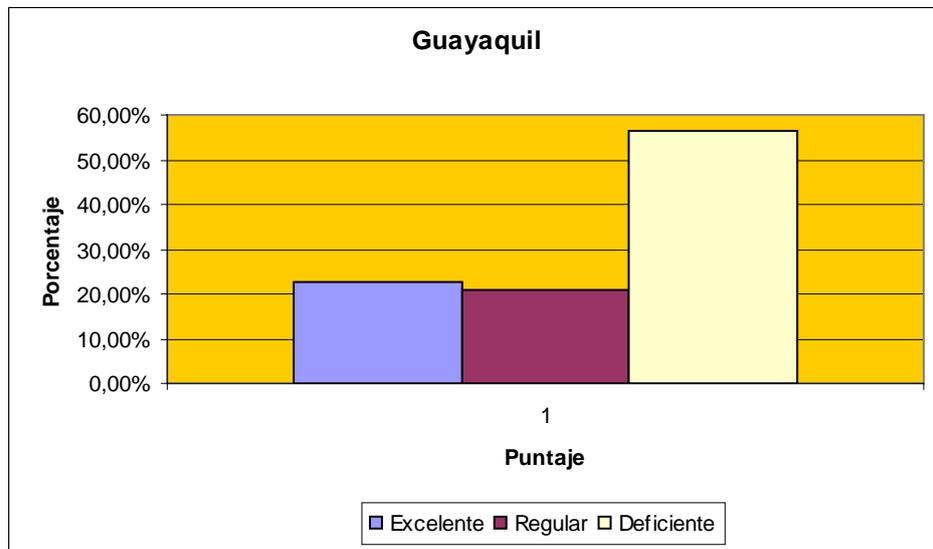
#### Cuenca

Excelente	0	0,00%
Regular	10	32,26%
Deficiente	21	67,74%
Total	31	100,00%



### Guayaquil

Excelente	45	22,50%
Regular	42	21,00%
Deficiente	113	56,50%
Total	200	100,00%

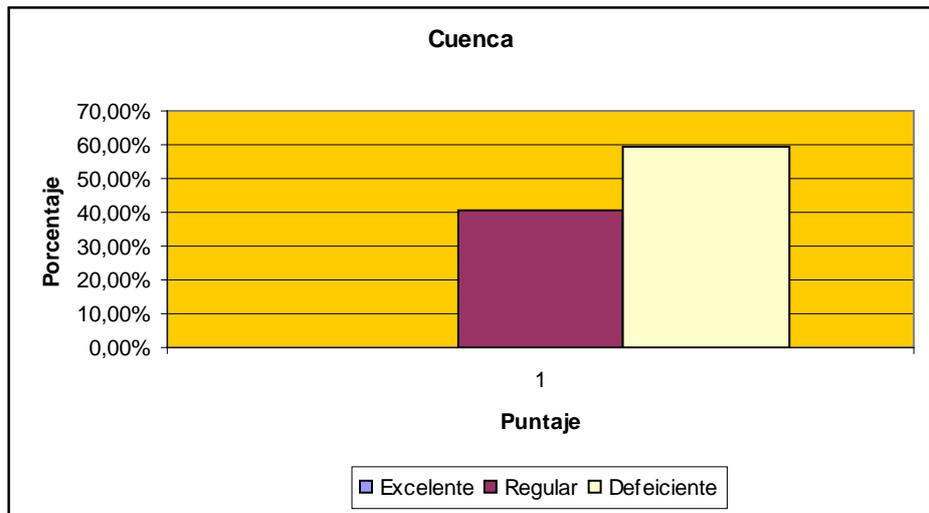


#### PREGUNTA 4

Como calificaría el servicio de tratamiento térmico que le están realizando actualmente.

#### Cuenca

Excelente	0	0,00%
Regular	13	40,63%
Deficiente	19	59,38%
Total	32	100,00%

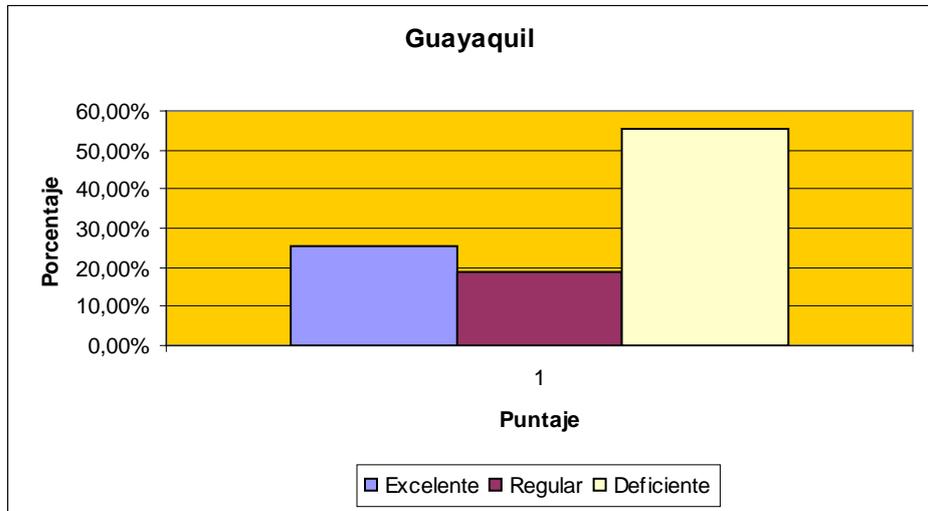


### Guayaquil

Excelente	51	25,50%
Regular	38	19,00%
Deficiente	111	55,50%
Total	200	100,00%

## APÉNDICES

APÉNDICE A	Gráficas de resultados por preguntas
APÉNDICE B	Tabulación de resultados de encuesta
APÉNDICE C	Orden de Temple/recocido (GYE)
APÉNDICE D	Orden de trabajo Temple, Cementación, Nitruración
APÉNDICE E	Lista de precios de Tratamiento Térmico
APÉNDICE F	Tabla de temperatura para el recocido
APÉNDICE G	Tabla de temperatura para el Temple
APÉNDICE H	Tabla de temperatura para el Revenido
APÉNDICE I	Tabla de temperatura para la Cementación
APÉNDICE J	Tabla de colores para temple y revenido
APÉNDICE K	Tipo de sales
APÉNDICE L	Lista de colegios técnicos, industriales fiscales
APÉNDICE M	Registro de desechos
APÉNDICE N	Instructivo para el control de aguas residuales provenientes de la planta de tratamientos térmicos

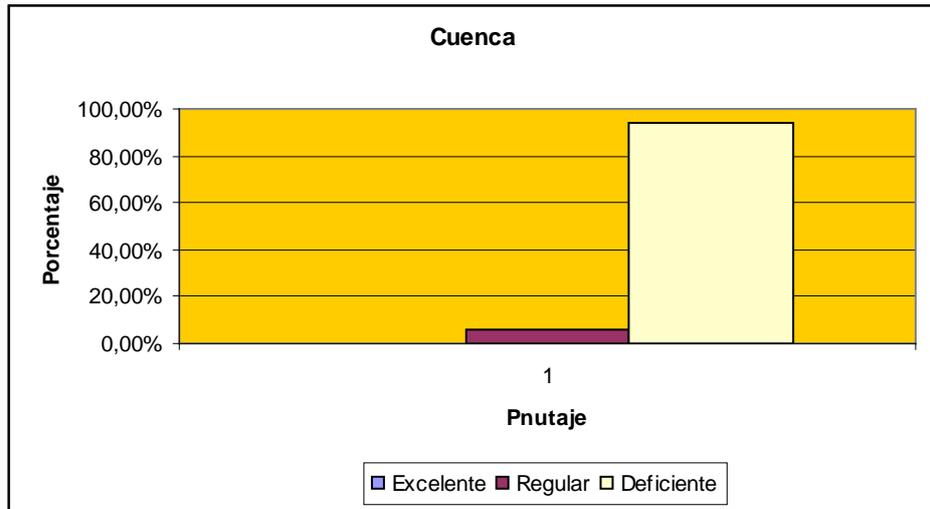


## PREGUNTA 5

Recibe información sobre el estado de su tratamiento.

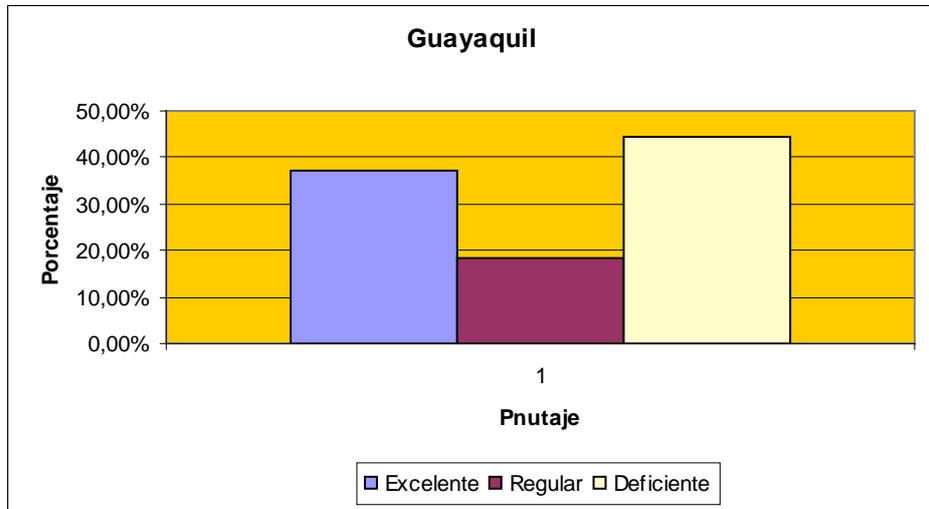
### Cuenca

Excelente	0	0,00%
Regular	2	6,25%
Deficiente	30	93,75%
Total	32	100,00%



## Guayaquil

Excelente	74	37,00%
Regular	37	18,50%
Deficiente	89	44,50%
Total	200	100,00%

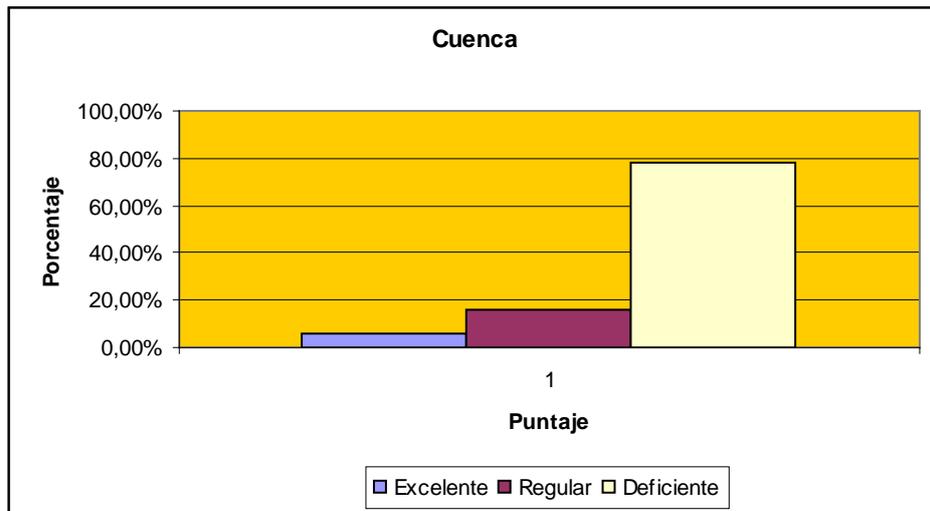


## PREGUNTA 6

Recibe información sobre el tiempo de entrega.

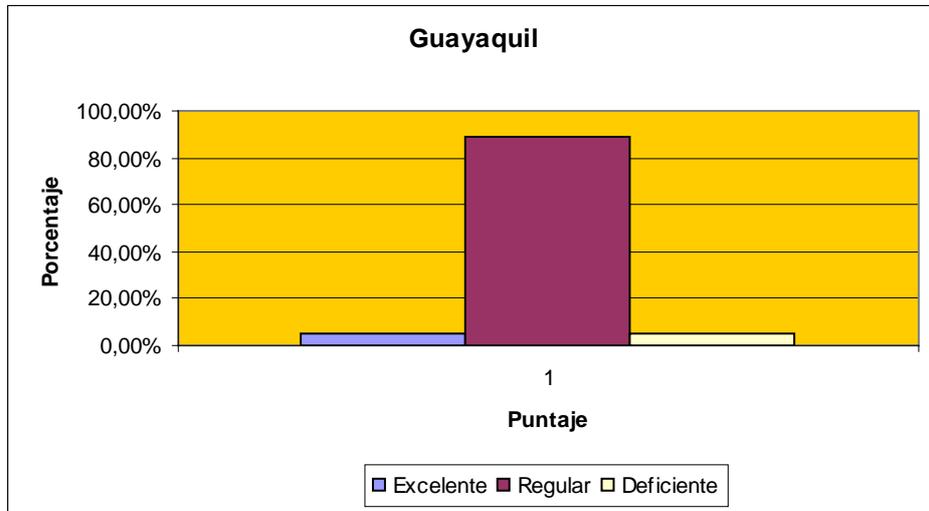
### Cuenca

Excelente	2	6,25%
Regular	5	15,63%
Deficiente	25	78,13%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	11	5,50%
Regular	178	89,00%
Deficiente	11	5,50%
Total	200	100,00%

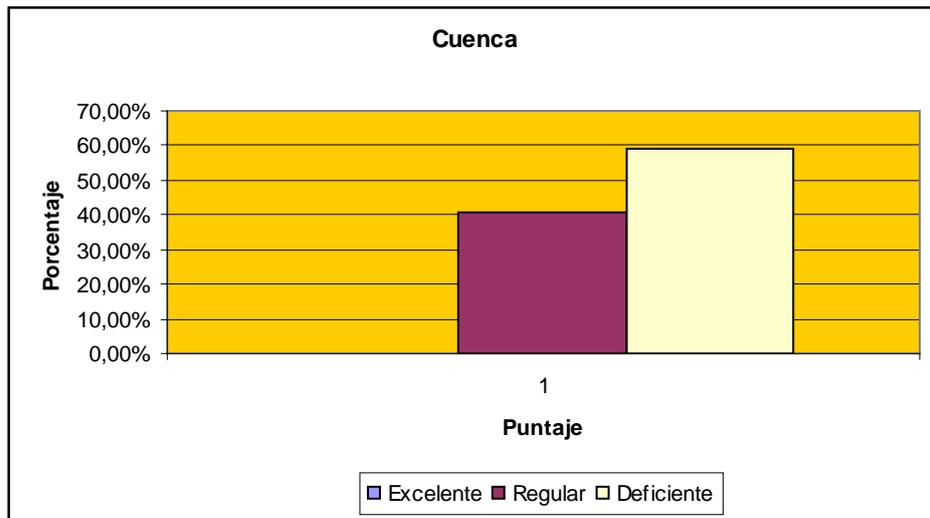


**PREGUNTA 7**

Se cumple con el tiempo de entrega acordado.

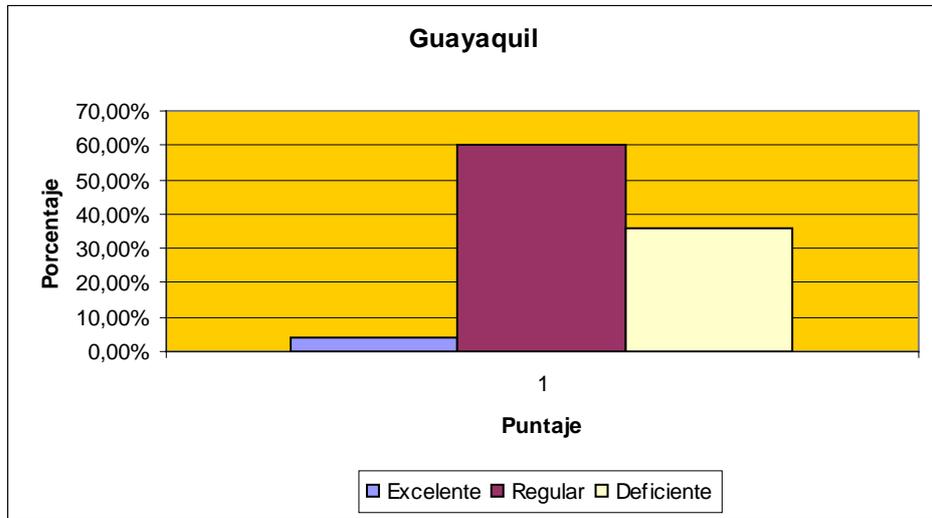
**Cuenca**

Excelente	0	0,00%
Regular	13	40,63%
Deficiente	19	59,38%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	8	4,00%
Regular	120	60,00%
Deficiente	72	36,00%
Total	200	100,00%

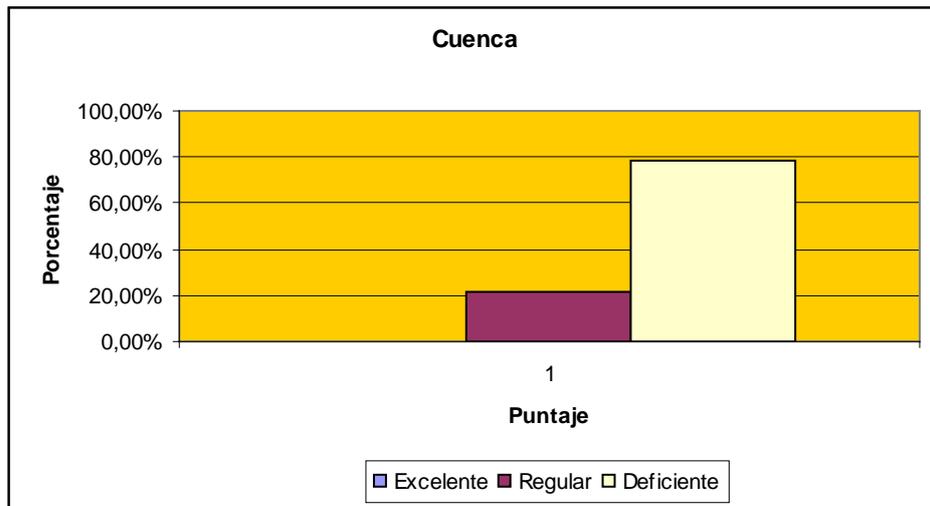


**PREGUNTA 8**

Recibe atención efectiva a sus reclamos.

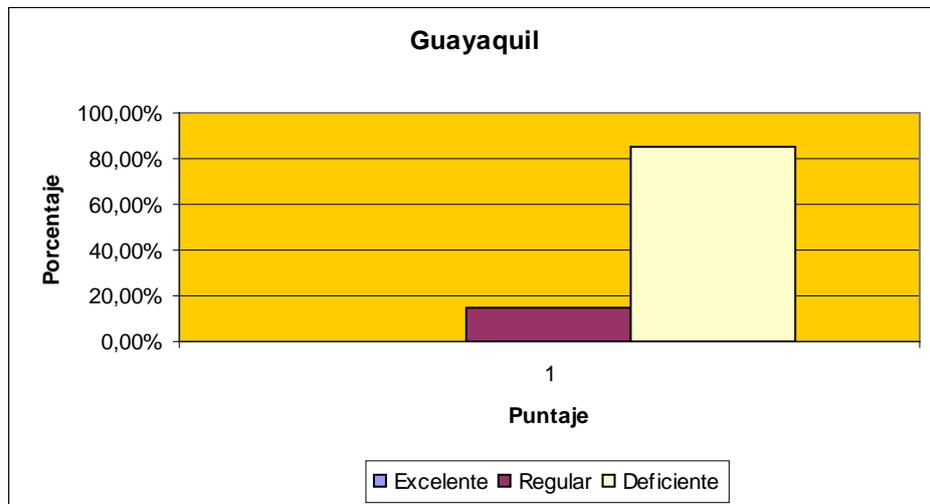
**Cuenca**

Excelente	0	0,00%
Regular	7	21,88%
Deficiente	25	78,13%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	0	0,00%
Regular	30	15,00%
Deficiente	170	85,00%
Total	200	100,00%

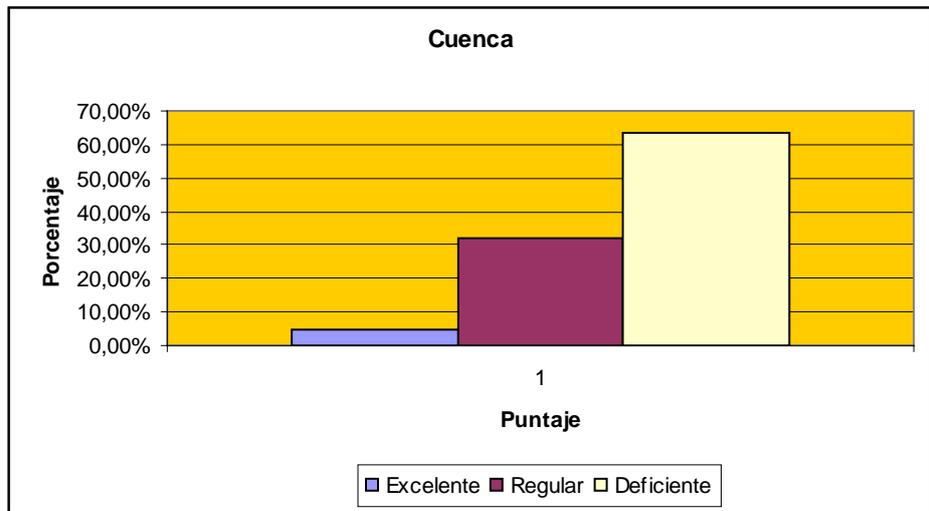


## PREGUNTA 9

Recibe asesoría técnica cuando la solicita.

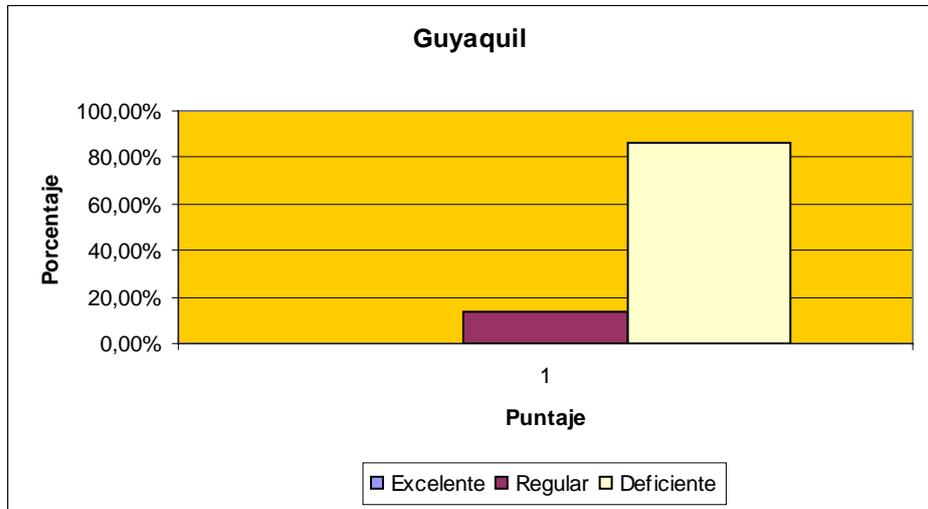
### Cuenca

Excelente	1	4,55%
Regular	7	31,82%
Deficiente	14	63,64%
Total	22	100,00%



### Guayaquil

Excelente	0	0,00%
Regular	28	14,00%
Deficiente	172	86,00%
Total	200	100,00%

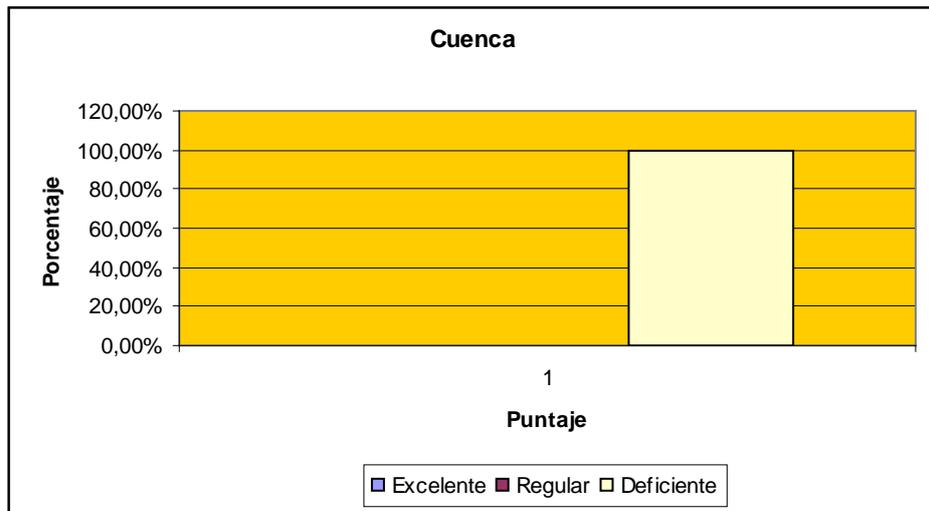


**PREGUNTA 10**

Le ofrecen alguna garantía o respaldo por la pieza a tratar

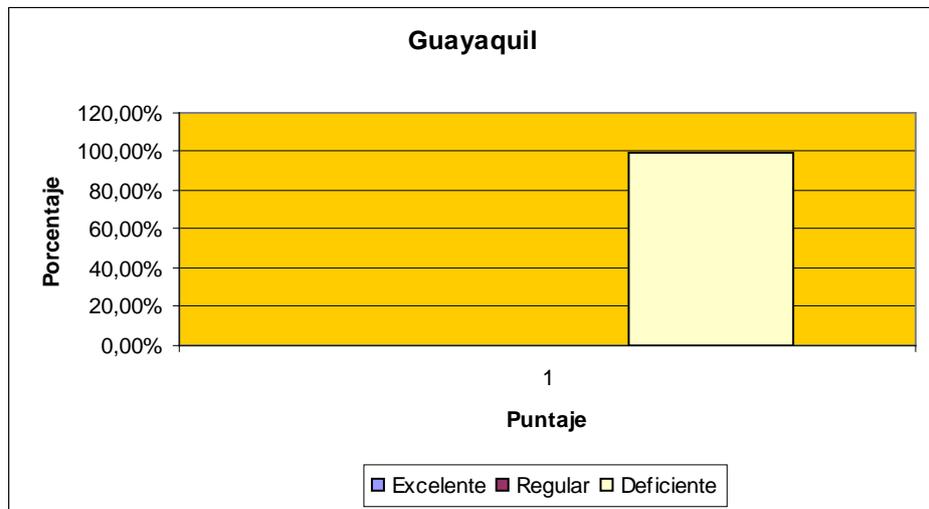
**Cuenca**

Excelente	0	0,00%
Regular	0	0,00%
Deficiente	32	100,00%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	0	0,00%
Regular	0	0,00%
Deficiente	200	100,00%
Total	200	100,00%

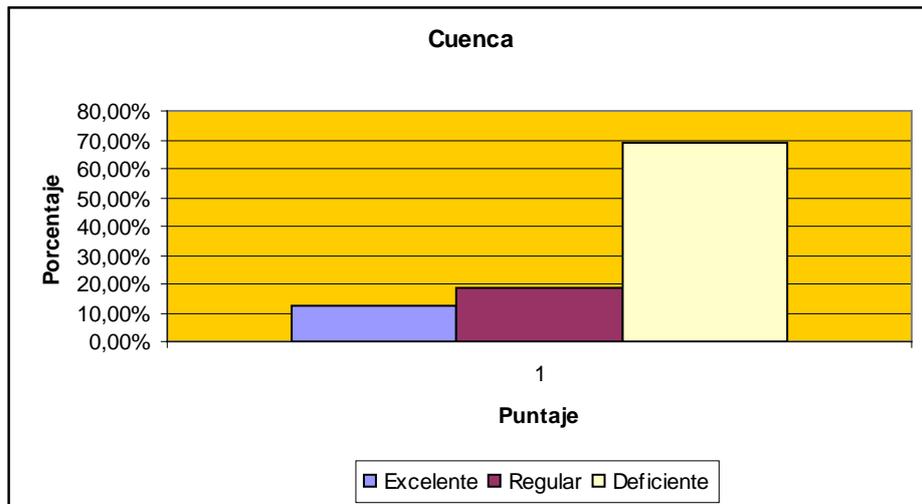


#### PREGUNTA 11

Le ofrecen servicio de transporte (retiro y entrega de piezas)

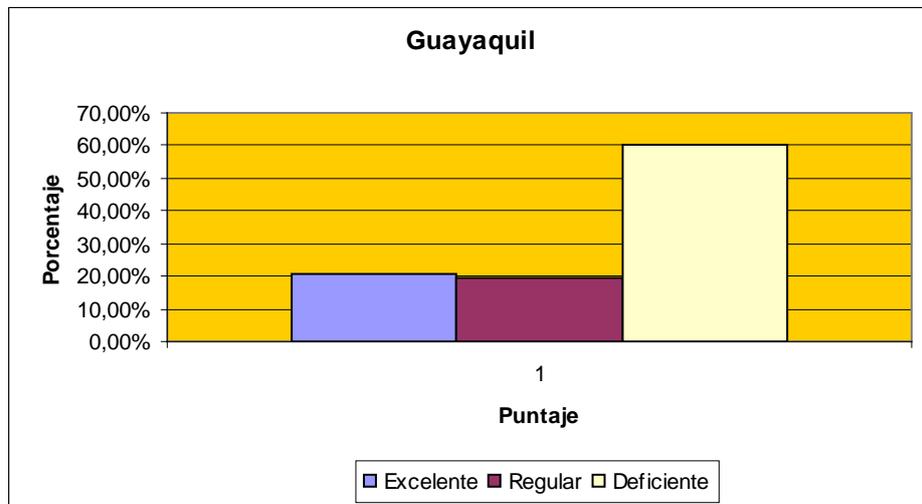
#### Cuenca

Excelente	4	12,50%
Regular	6	18,75%
Deficiente	22	68,75%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	41	20,50%
Regular	39	19,50%
Deficiente	120	60,00%
Total	200	100,00%



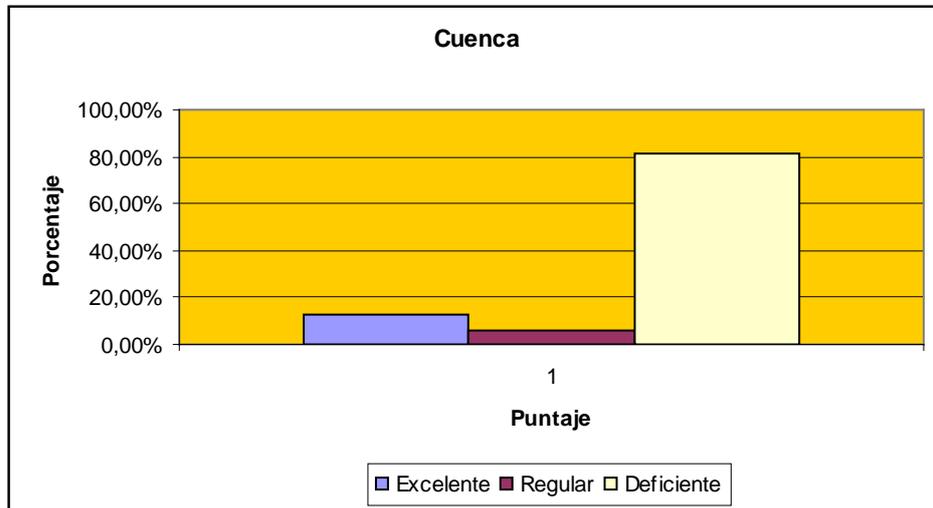
## PREGUNTA 12

Utiliza el distensionado como parte del proceso en la fabricación de piezas

### Cuenca

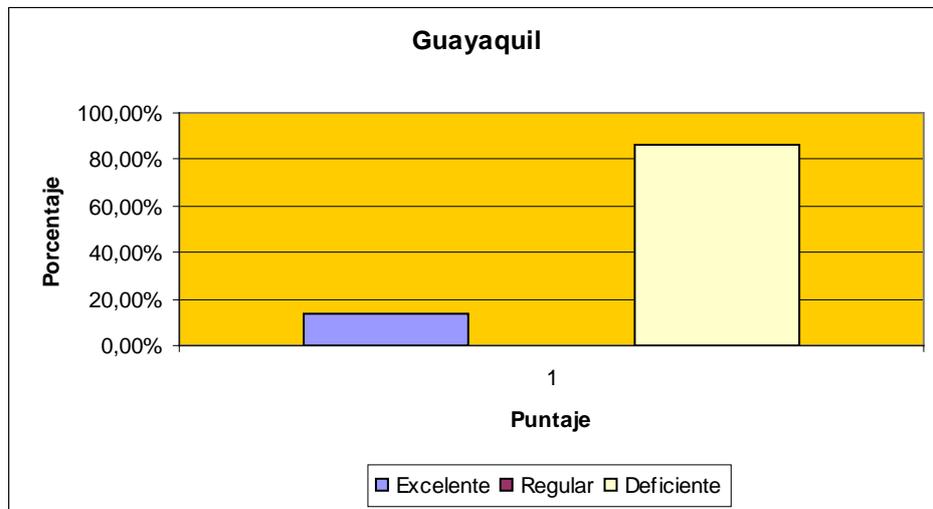
Excelente	4	12,50%
Regular	2	6,25%
Deficiente	26	81,25%

Total 32 100,00%



### Guayaquil

Excelente	28	14,00%
Regular	0	0,00%
Deficiente	172	86,00%
Total	200	100,00%

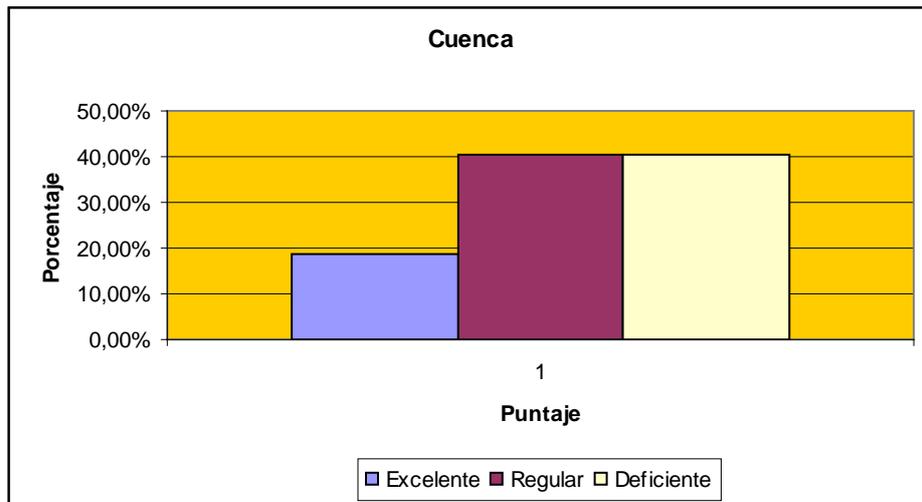


### PREGUNTA 13

Cómo calificaría su conocimiento sobre tratamiento térmico

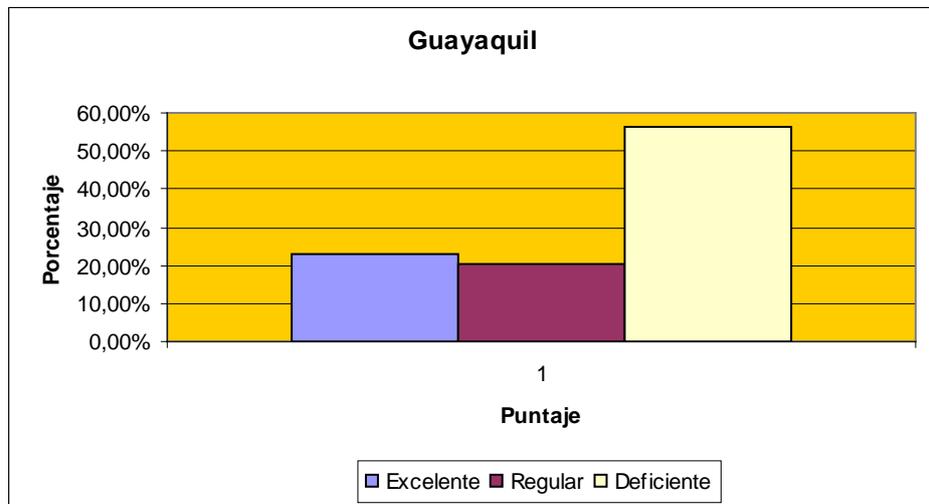
#### Cuenca

Excelente	6	18,75%
Regular	13	40,63%
Deficiente	13	40,63%
Total	32	100,00%



### Guayaquil

Excelente	46	23,00%
Regular	41	20,50%
Deficiente	113	56,50%
Total	200	100,00%



#### PREGUNTA 14

Que tipo o clase de aceros utiliza principalmente

#### Cuenca

Trabajo en

frío                      12      19,67%

Trabajo en

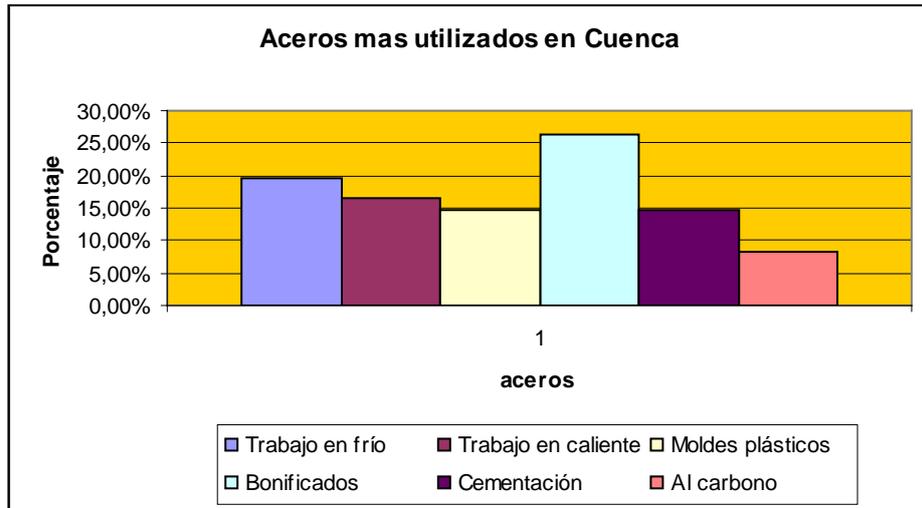
caliente                10      16,39%

Moldes

plásticos              9        14,75%

Bonificados            16      26,23%

Cementación	9	14,75%
Al carbono	5	8,20%
Total	61	



## Guayaquil

Trabajo en

frío                      63      14,96%

Trabajo en

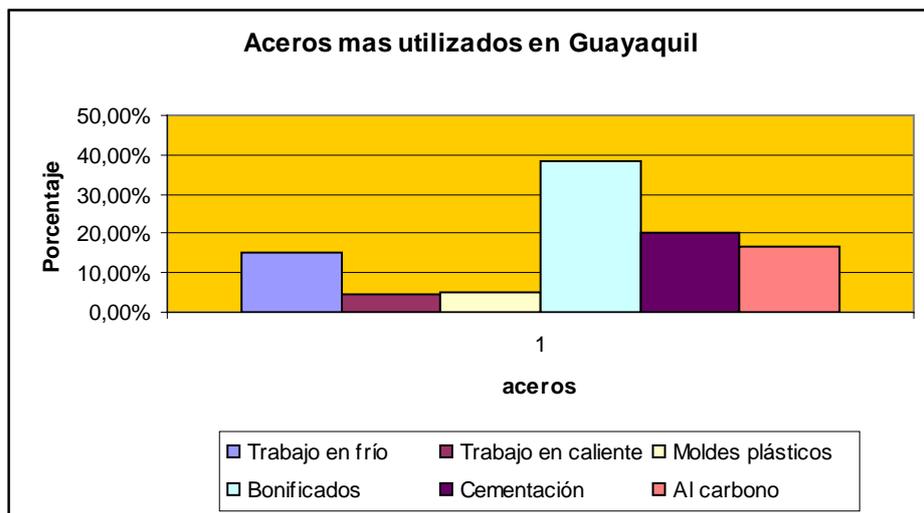
caliente                20      4,75%

Moldes

plásticos              21      4,99%

Bonificados            162     38,48%

Cementación	84	19,95%
Al carbono	71	16,86%
Total	421	



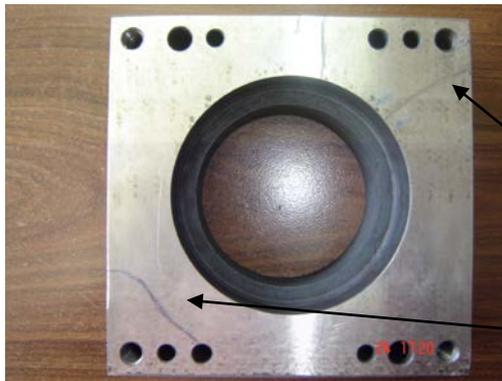


## **Segundo caso**

### Fisuras en matriz

Hemos recibido una matriz fabricada en acero K100 la cual fue templada en nuestra planta de tratamientos térmicos, esta matriz se encontró fisurada en varios sitios, inspeccionamos la pieza y se han obtenido los siguientes resultados:

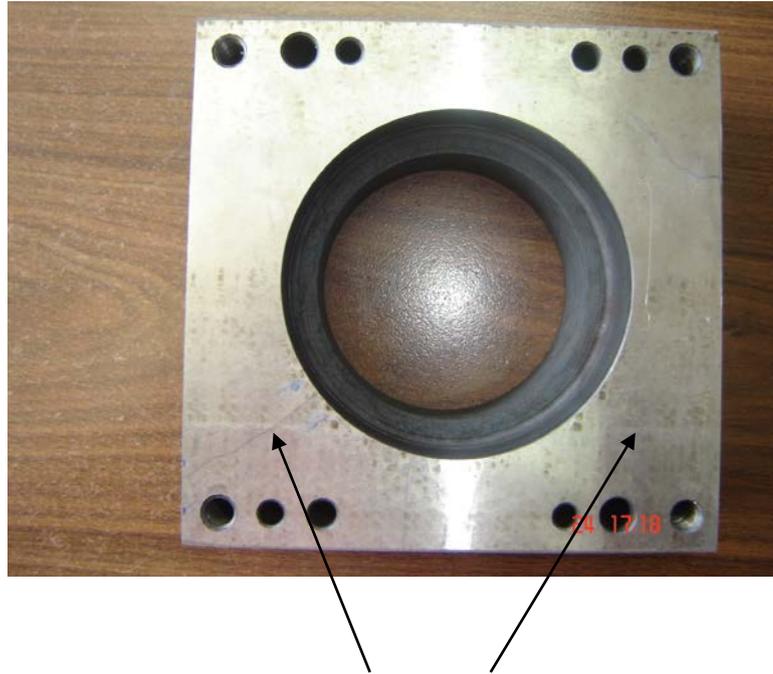
- La pieza se encuentra fisurada en todas sus caras, estas fisuras parten de los filos de la pieza (donde se recalienta primero) y van hacia el interior de la misma.



*fisuras*



- También se denota un recalentamiento en el proceso de rectificado posterior al temple, este recalentamiento se nota en las manchas de color café oscuro que se pueden ver a simple vista en las caras de la matriz



### *Zonas de recalentamiento*

Estas fisuras se presentan por un sobrecalentamiento en el rectificado posterior al temple, este sobrecalentamiento se puede presentar por tres factores durante el proceso de rectificado:

1. el uso de una piedra rectificar inadecuada. Como regla se establece que los aceros blandos se rectifican con piedras duras (color blanco) las cuales desbastan fácilmente al acero, sin embargo calientan más, lo que no afecta cuando el acero está blando, el uso de este tipo de piedras en aceros templados provoca tensiones superficiales en el

acero duro, el cual por ser frágil termina produciendo una microfisura a nivel superficial, la cual se agranda con el proceso de rectificado, pudiendo romper la pieza en el mismo proceso de rectificado o en el uso, por esto es necesario utilizar piedras para aceros duros, estas piedras son blandas (color café) y no provocan un calentamiento excesivo en el acero, evitando que se recaliente el material.

2. Mientras se rectifica, el material que sale de la pieza tiende a quedarse en los poros que tiene la piedra de rectificar, es necesario quitar este embotamiento de limalla en la piedra mediante la limpieza de la misma con un pedazo de piedra para asentar de grano grueso, si no se quita este material se produce un rozamiento excesivo entre la piedra embotada y la pieza, lo cual no ayuda a desbastar, más bien produce calor que puede terminar fisurando el acero.

3. Como hemos visto uno de los principales generadores de fisuras en el proceso de rectificado es el calor, por lo que, para evitar este efecto que causa fisuras en el acero templado es necesario rectificar con abundante refrigeración y evitando avances de mecanizado excesivos. El refrigerante es fundamental, por esto las máquinas rectificadoras disponen de sistemas de refrigeración que aportan abundante líquido a la zona de desbaste, así mismo el avance debe ser mínimo para evitar sobrecalentamiento y fisuras al acero templado.

4.

Una comprobación del sobrecalentamiento de la pieza es la dureza, ya que al rectificar y sobrecalentar el acero se puede suceder dos efectos: que al calor el acero baje su dureza por revenido o que suba su dureza ya que se calienta y con el líquido refrigerante se vuelva a templar, ocasionando durezas no homogéneas en la misma pieza, al medir dureza de la matriz podemos verificar que en algunos sitios la pieza tiene 55 HRC en otros tiene 58 – 59 HRC.



Esperamos que este análisis realizado a la pieza fisurada sea útil en su empresa para evitar que se vuelva a ocurrir este fallo en el rectificado del acero.

**TABLA DE COLORES PARA TEMPLE Y REVENIDO**

Temperatura °C	TEMPLE	Temperatura °C	REVENIDO
1200		330	
1100		320	
1050		310	
980		300	
930		290	
870		280	
810		270	
760		260	
700		250	
650		240	
600		230	
		220	
		210	

**La información que requerimos para realizar el correcto tratamiento térmico de un acero es:**

1.- Tipo de acero a tratar, para que las temperaturas de tratamiento sean acorde al tipo de acero, todos los aceros tienen distintos parámetros de tratamiento térmico, sin esta información no podemos garantizar el óptimo rendimiento de las piezas de acero. Cuando adquiera un acero identifi-quele correctamente en su bodega, un dato erróneo sobre el tipo de acero ocasionará un mal tratamiento térmico.

El esmerilar el acero para tratar de identificarlo por chipsa puede ocasionar daños en las piezas mecanizadas, por esta razón nosotros tomamos como cierto el tipo de acero que el Cliente nos indica y lo tratamos según sus especificaciones.

2.- Tipo de trabajo que va a realizar la pieza para poder sugerirle a Usted una adecuada dureza o profundidad de capa cementada.

Una adecuada dureza quiere decir que el acero debe estar lo suficientemente duro para evitar el desgaste prematuro y ser tenaz para evitar roturas o fisuras.

**Nuestro trabajo incluye el control e inspección a las piezas, previo al tratamiento térmico:**

Es deber nuestro informarle a Usted cualquier novedad que pudiera existir con las piezas de acero durante o después del tratamiento.

Esto será comunicado al momento de recibir el tratamiento y se registrarán en la orden de trabajo.

Existen casos en los cuales se recibirán sus piezas bajo las condiciones "SIN GARANTÍA", detallamos estos casos:

1.- Piezas que tengan medidas finales, ya que el temple y la cementación ocasionan deformaciones por cambios de temperatura que son inevitables, es necesario dejar sobremedida para corregir estas deformaciones.

2.- Piezas con altos valores de rugosidad por mecanizado, estos mecanizados con acabado desbaste ocasionan tensiones en el acero que producen deformaciones excesivas o fisuras.

3.- Mecanizados de piezas asimétricas piezas con ángulos vivos y aristas concentradores de tensiones, que ocasionan una acumulación desigual de tensiones que producen deformaciones excesivas o fisuras.

4. Piezas con cascarrilla de laminación, la misma que debe ser desbastada por tener microfisuras que pueden provocar fisuras.

5.- Acero o material desconocido, ya que sin esta información las temperaturas de trata-miento no serán las adecuadas.

6.- Acero diferente al registrado en la orden de trabajo, nosotros tomamos como cierto la información que usted nos proporciona sobre el tipo de acero y lo tratamos según sus especificacio-nes técnicas.

7.- Piezas de gran tamaño y longitud, las cuales se deforman por el propio peso de la pieza.

8.- Piezas pequeñas difíciles de amarrar, las cuales pueden caerse dentro de los baños y su recuperación es difícil.

9.- Piezas soldadas, la soldadura tensiona a la pieza ocasionando deformaciones excesivas o fisuras, el recocido mejora las propiedades de las piezas soldadas.

10.- Piezas con recubrimientos electrolíticos como cromado, niquelado, galvanizado, los cuales contaminan el baño y se adhieren a otras piezas.

11.- Piezas que fueron sometidas a procesos de recificado o mecanizado posterior al trata-miento térmico bajo condiciones no adecuadas, recuerde que una pieza templada o cementada no debe ser sobrecalentada, utilice abundante refrigeración y abrasivos adecuados para evitar fisuras.

12.- Aceros utilizados en aplicaciones diferen-tes para las que fueron diseñados, por ello es conveniente consultar la información técnica disponible para seleccionar adecuadamente el tipo de acero.

**No hay mejor cura que la prevención, por ello queremos establecer un vínculo permanente de comunicación con la finalidad de asesorarle desde la selección del acero, mecanizado, tratamiento térmico, rectificado, hasta su montaje. Esto evitará la pérdida de tiempo y recursos.**

**El éxito de nuestros Clientes significa el éxito de nuestra empresa.**

**"ACEROS ESPECIALES BOHLER PARA LOS MEJORES DEL MUNDO".**



• QUITO:  
NORTE: De Las Avellanas E1-112 y Panamericana Norte, Km. 5 1/2. Telfs.: 2473 080 - 2473 081 - 2478 415 - 2476 138 - 2807 936 - 2807 937.  
Fax: 2477 818. Cel.: 094 764 247.  
SUIR: Av. Pedro Vicente Maldonado 822-173.  
Telfax: 3053 721 - 3061 418 - 3063 730 - 3063 740.  
• GUAYAQUIL: Vía a Daule, Km. 7 1/2.  
PBX: 2282 922. Fax: 2287 352. Cel.: 094 762 359.  
• CUENCA: Av. Hurtado De Mendoza 219 y José Joaquín De Olmedo. Telfs.: 2806 380 - 2802 313. Cel.: 094 766 686.  
[www.bohlerecuador.com](http://www.bohlerecuador.com)

### Recomendaciones técnicas para adquirir un acero especial

Asegúrese de utilizar el acero de acuerdo a su aplicación, ya que los aceros especiales tienen características diferentes de acuerdo a su aleación, le recomendamos consultar con cualquiera de nuestros asesores técnicos quienes le guiarán en la selección del acero, de acuerdo a su aplicación.

Los aceros especiales laminados en caliente tienen una cáscara de zona decarburizada y eventuales microfisuras que deben ser eliminadas en el mecanizado, por lo que se debe considerar una sobremedida al comprar un acero, que depende de la medida final a la que usted desea llegar.

Nuestro término IBO ECOMAX en barras de acero BÖHLER para herramientas le permiten menores tolerancias de sobremedida, con el consecuente ahorro de tiempo y dinero.

### Sobremedidas de mecanizado necesarias para barras de laminación convencional

MEDIDA FINAL (en mm)	<16	16	25	40	63	80	100	125	150	200
SOBRE-MEDIDA (en mm)	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0

No hay mejor cura que la prevención, por ello queremos establecer un vínculo permanente de comunicación con la finalidad de asesorarle desde la selección del acero, mecanizado, tratamiento térmico, rectificado, hasta su montaje.

Esto evitará la pérdida de tiempo y recursos.

El éxito de nuestros Clientes significa el éxito de nuestra empresa.

### Sobremedidas de mecanizado necesarias para barras de BÖHLER IBO - Ecomax

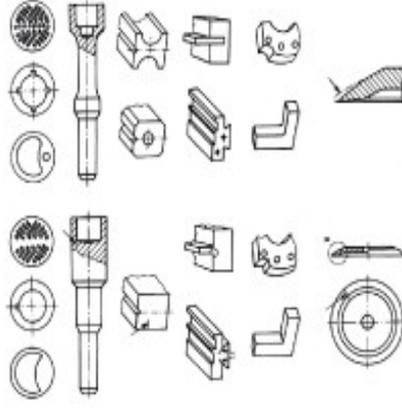
MEDIDA FINAL (en mm)	<40	>40	<63	>63	<80	>80
SOBRE-MEDIDA (en mm)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0

### Recomendaciones para el mecanizado

El maquinado de un acero especial es de suma importancia en la vida útil de la pieza, el someter a esfuerzos mayores a una pieza mecánica puede causar deformaciones o fisuras, antes o después del tratamiento térmico, o durante su uso.

Asegúrese que los parámetros de conformado, con o sin arranque de viruta, en su máquina herramienta sean los adecuados, en el caso de las planas ambas caras deben ser maquinadas por igual para evitar torceduras, el acabado de toda pieza debe ser lo más liso posible, las rayaduras y ángulos vivos de las piezas acumulan tensiones y peligro de rotura, siempre desbaste la cáscara decarburizada de los aceros laminados en caliente por el riesgo de microfisuras existentes. **DEBE CONSIDERAR SOBREMEDIDA ANTES DE LLEVAR SU PIEZA A TEMPLAR O CEMENTAR, PARA CORREGIR LAS DEFORMACIONES INEVITABLES QUE ESTOS PROCESOS GENERAN A LAS PIEZAS.**

Recuerde que las piezas de geometría asimétrica, de mayor longitud o masa, con mecanizado irregular o tensionadas por procesos de mecanizado o soldadura, son más propensas a deformarse o fisurarse.



### Especificaciones de tolerancia para corte de aceros y durezas en tratamientos térmicos

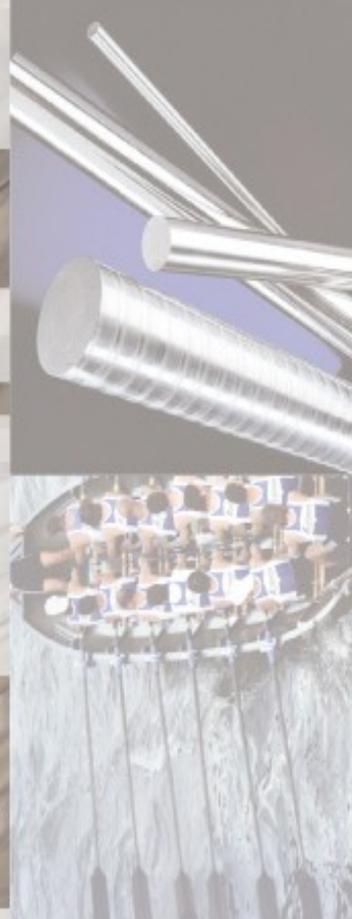
El siguiente cuadro especifica las tolerancias de medida y dureza con los cuales se entregan los productos a nuestros clientes, a partir de sus requisitos:

Acero	Tolerancias en mm					
	Diámetro		Largo		Ancho	
Resaca a 0-150mm a >150-300mm a >300mm	D1	D2	D1	D2	D1	D2
	0	+1	0	+4	0	+4
Acero	Espesor		Largo		Ancho	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Platos y Cuadrados	0	+2	0	+2	0	+4
Láminas en 0-30mm a >30mm	0	+2	0	+30	0	+10

Tratamiento Térmico	Dureza HRC	
	D1	D2
Temple	-1	+1
Recoqueo	-1	+1
Cementación	-1	+1

### "ACEROS ESPECIALES BÖHLER PARA LOS MEJORES DEL MUNDO".



• QUITO: De Las Avellanías E1-112 y Panamericana Norte, Km. 5 1/2. Telfs.: 2473 080 - 2473 081 - 2478 415 - 2476 138 - 2807 936 - 2807 937. Fax: 2477 918. Cel.: 094 764 247.  
 • SURE: Av. Pedro Visente Maldonado 922-173. Telfs.: 3053 721 - 3061 418 - 3003 730 - 3063 740.  
 • QUAYAVAIL: Vía a Daule, Km. 7 1/2. PBX: 2282 922. Fax: 2257 352. Cel.: 064 762 359.  
 • CUENCA: Av. Hurtado De Mendoza 219 y José Joaquín De Ocampo. Telfs.: 2805 350 - 2802 313. Cel.: 094 766 688.  
[www.bohlerecuador.com](http://www.bohlerecuador.com)



**TRATAMIENTOS TERMICOS**

Nº 0001390

**ORDEN DE TEMPLE / RECOCIDO (GYE)**

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
Resol. 194 Diciembre 10 - 1999

Fecha: .....

Nombre: ..... Dirección: ..... Telf.: .....

"Bien propiedad del Cliente" No De piezas: ..... Peso (Kg): .....

Acero: ..... Tratamiento Temple  Distensionado  Recocido  Dureza deseada: .....

Fecha de entrega: ..... Hora: ..... Observaciones: .....

Valor por kilo \$ ..... Subtotal \$ ..... Dcto. \$ ..... I.V.A. \$ ..... Total \$ .....

**AVISO IMPORTANTE**

Las piezas serán tratadas con el mayor cuidado y la técnica más moderna. En caso de reclamos, a efectuarse a más tardar dentro de los quince días posteriores a la fecha de entrega del trabajo, nuestra responsabilidad no será mayor al valor del servicio del tratamiento térmico, salvo con piezas aceptadas y cotizadas bajo garantía.

**PIEZAS SIN GARANTIA**  No ..... debido a: 1) las piezas tienen medidas y ajustes finales, 2) elevados valores de rugosidad por el mecanizado, 3) mecanizado asimétrico, piezas con ángulos vivos y aristas concentradores de tensiones, 4) piezas con cascarrilla original de laminación, 5) acero o material desconocido, 6) piezas pequeñas difíciles de amarrar, 7) acero diferente al registrado en la orden de trabajo, 8) piezas de gran tamaño, longitud y espesores muy pequeños, 9) piezas soldadas 10) piezas con recubrimientos electrolíticos como cromado, níquelado, galvanizado, 11) piezas que fueron sometidas a procesos de rectificado o mecanizado posterior al tratamiento térmico bajo condiciones no adecuadas, 12) aceros utilizados en aplicaciones diferentes para las que fueron diseñados.

**"LA SUSCRIPCIÓN DE LA PRESENTE ORDEN POR EL CLIENTE IMPLICA LA ACEPTACIÓN PLENA DE LAS PRESENTES CONDICIONES DE TRABAJO"**

MEDIO DE ENTREGA	
PLANTA ABE	<input type="checkbox"/>
TRANSPORTE INTERPROVINCIAL	<input type="checkbox"/>
ENTREGA LOCAL	<input type="checkbox"/>

ACEROS BÖHLER DEL ECUADOR S.A.

FIRMA CLIENTE

Dirección de entrega: ..... Fecha de entrega: ..... Hora: .....

Anexo 2

**TRATAMIENTOS TERMICOS**

N° 0000979

**ORDEN DE CEMENTACION (GYE)**

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
Resol. 194 Diciembre 10 - 1999

Fecha: .....

Nombre: ..... Dirección: ..... Telf.: .....

Bien propiedad del Cliente" No De piezas: ..... Peso (Kg): .....

Acero: ..... Tratamiento: Cementación, Temple revenido  Profundidad deseada: .....

Fecha de entrega: ..... Hora: ..... Observaciones: .....

Valor por kilo \$ ..... Subtotal \$ ..... Dcto. \$ ..... I.V.A. \$ ..... Total \$ .....

**AVISO IMPORTANTE**

Las piezas serán tratadas con el mayor cuidado y la técnica más moderna. En caso de reclamos, a efectuarse a más tardar dentro de los quince días posteriores a la fecha de entrega del trabajo, nuestra responsabilidad no será mayor al valor del servicio del tratamiento térmico, salvo con piezas aceptadas y cotizadas bajo garantía.

**PIEZAS SIN GARANTIA**  No. .... debido a: 1) las piezas tienen medidas y ajustes finales, 2) elevados valores de rugosidad por el mecanizado, 3) mecanizado asimétrico, piezas con ángulos vivos y aristas concentradores de tensiones, 4) piezas con cascarrilla original de laminación, 5) acero o material desconocido, 6) piezas pequeñas difíciles de amarrar, 7) acero diferente al registrado en la orden de trabajo, 8) piezas de gran tamaño, longitud y espesores muy pequeños, 9) piezas soldadas 10) piezas con recubrimientos electrolíticos como cromado, niquelado, galvanizado, 11) piezas que fueron sometidas a procesos de rectificado o mecanizado posterior al tratamiento térmico bajo condiciones no adecuadas, 12) aceros utilizados en aplicaciones diferentes para las que fueron diseñados.

LA SUSCRIPCIÓN DE LA PRESENTE ORDEN POR EL CLIENTE IMPLICA LA ACEPTACIÓN PLENA DE LAS PRESENTES CONDICIONES DE TRABAJO"

MEDIO DE ENTREGA	
PLANTA ABE	<input type="checkbox"/>
TRANSPORTE INTERPROVINCIAL	<input type="checkbox"/>
ENTREGA LOCAL	<input type="checkbox"/>

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

FIRMA CLIENTE

Dirección de entrega: ..... Fecha de entrega: ..... Hora: .....

Tratamiento	Horno	Temperatura	Tiempo de espera	ENFRIAMIENTO	Observ.	Control de calidad
DISTENSIONADO						
PRECALENTAR						
CEMENTACIÓN						
TEMPLE						
REVENIDO						
2do REVENIDO						
3er REVENIDO						

PROCESO

CONTROL

TT - FO - 04 V - 3 01 - 06 - 07

Fecha de Control: ..... Hora: .....

	ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.	
	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	
LISTA DE PRECIOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS	CÓDIGO:	TJ-DG-05
	VERSIÓN:	3.1
	PÁGINA:	1 DE 2
	FECHA VIGENCIA:	27-11-06

**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**  
**LISTA DE PRECIOS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

CÓDIGO	PROCESO	MENOR A 1 kg	ENTRE 1 a 2 kg	MAYOR A 2.1 kg
SBTT80FIJ00	ENSAYO DE DUREZA			4.00 (cada punto)
SBTT80POR00	ENSAYO DE DUREZA PORTATIL			5.00 (cada punto)
SBTT10000RG	NITRURACIÓN	6.05	6.05	5.52
SBTT10PRORG	NITRURACIÓN PROFUNDA	6.96	6.96	6.35
SBTT10INXRG	NITRURACIÓN INOXIDABLES	6.77	6.77	6.18
SBTT20000RG	RECOCIDO	5.02	5.02	4.78
SBTT50000RG	DISTENSIONADO	3.78	3.78	3.60
SBTT70000RG	REVENIDO	3.78	3.78	3.60
SBTT01R01RG	TEMPLE 800° - 900° C	4.99	4.99	4.75
SBTT01R02RG	TEMPLE 901° - 1000° C	5.82	5.82	5.54
SBTT01R03RG	TEMPLE 1001° - 1100° C	6.25	6.25	5.94
SBTT01R04RG	TEMPLE 1101° - 1200° C	14.52	14.52	12.32
SBTT01R05RG	TEMPLE SUB CERO	14.52	14.52	12.32
SBTT01CAMRG	TEMPLE EN CAMARA	8.32	8.32	7.92
SBTT01CANRG	TEMPLE EN CANASTA	6.25	6.25	5.94
SBTT30R01RG	CEMENTACIÓN 0.1 - 0.3 mm	4.58	4.58	4.36
SBTT30R02RG	CEMENTACIÓN 0.4 - 0.6 mm	5.08	5.08	4.84
SBTT30R03RG	CEMENTACIÓN 0.7 - 1.0 mm	5.34	5.34	5.08
SBTT30R04RG	CEMENTACIÓN 1.1 - 1.3 mm	5.59	5.59	5.32
SBTT30R05RG	CEMENTACIÓN 1.4 - 1.6 mm	5.84	5.84	5.57
SBTT30CANRG	CEMENTACIÓN EN CANASTA	6.09	6.09	5.81

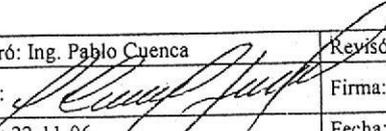
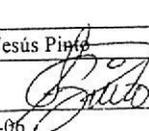
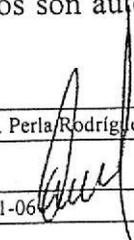
Condiciones generales:

- Para piezas de tratamiento que pesan menos de 1 kg el precio es el establecido en la columna MENOR A 1 kg, el cual se multiplica siempre por 1.
- Para piezas de tratamiento que pesan entre 1 a 2 kg el precio es el establecido en la columna ENTRE 1 a 2 kg, el cual se multiplica por el peso que tienen las piezas.
- Para piezas de tratamiento que pesan más de 2.1 kg el precio es el establecido en la columna MAYOR A 2.1 kg, el cual se multiplica por el peso que tienen las piezas. Aplican descuentos solo para temple y cementación de acuerdo a la siguiente tabla:

RANGOS	DESCUENTOS
DE 2.1 A 24.9 kg	0
DE 25 A 50.9 kg	5 %
DE 51 A 100.9 kg	10%
MÁS DE 101 kg	20%
Distribuidores ABE	25%

Condiciones especiales:

Otros descuentos adicionales o modificaciones en lista de precios son autorizados por Gerencia técnica.

Elaboró: Ing. Pablo Cuenca	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 22-11-06	Fecha: 23-11-06	Fecha: 24-11-06

1 Anexo 1

 <b>BÖHLER</b>	<b>ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.</b>	
	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	
<b>TABLA DE TEMPERATURAS PARA RECOCIDO</b>	CÓDIGO:	TT-DG-03
	VERSIÓN:	2
	PÁGINA:	1 DE 1
	FECHA VIGENCIA:	10-08-05

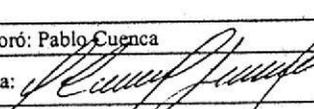
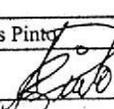
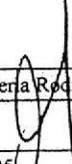
**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**

**1. TABLA DE TEMPERATURAS PARA RECOCIDO**

Material	Temperatura de recocido °C	Dureza obtenida HB
S 600	770-840	280
K190	800-850	260
K110	800-850	250
K100	800-850	250
K455	710-750	225
K460	710-750	225
PLATA	710-750	225
M300	800-850	240
V155	650-700	120
V320	650-720	120
V945	650-700	120
M238	720-740	240
W302	750-800	229
W320	750-800	229

**2. CAMBIOS DE VERSIÓN**

VER.	FECHA dd-mm-aa	DETALLES DEL CAMBIO
2	10-08-05	Se añade el numeral 2. CAMBIOS DE VERSIÓN Cambio en dureza obtenida del acero M 300

Elaboró: Pablo Cuenca	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 05-08-05	Fecha: 08-08-05	Fecha: 09-08-05



ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.  
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

TABLA DE TEMPERATURAS PARA TEMPLE

CÓDIGO: TT-DG-01  
VERSIÓN: 4  
PÁGINA: 1 DE 2  
FECHA VIGENCIA: 05-04-06

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.

1. TABLA DE TEMPERATURAS PARA TEMPLE

	Temperatura de Temple °C	Dureza obtenida HRC				
		Enfriamiento				
		Aceite	Agua	Isotérmico	Aire	Agua-Aceite
S600*	1180	64-65	X	64-65	64-65	X
K190*	1050	62-66	X	62-66	62-66	X
K110	1040	62-64	X	62-64	60-62	X
K107	960	62-64	X	62-64	X	X
K100	940	62-64	X	62-64	60-62	X
K455	890	58-62	X	58-62	X	X
K460	820	63-65	X	63-65	X	X
PLATA	820	58-60	58-60	60-62	X	56-60
M300	960	58-60	X	56-58	X	X
V155	840	52-54	X	52-54	X	X
V320	840	52-54	X	52-54	X	X
V945	840	38-40	58-60	48-52	X	54-56
M238	840	52-54	X	52-54	X	X
W302	1040	52-54	X	52-54	50-52	X
W320	1040	52-54	X	52-54	X	X

X: medio de enfriamiento no utilizado.

\* Piezas fabricadas en acero S600, K190 o cualquier otro acero cuya temperatura de temple sea superior a 1100°C se recubren con lámina de acero inoxidable de 0.4 mm de espesor, para aceros de temperatura de temple inferior a 1100°C se recubre con lámina de acero inoxidable de 0.02 mm. Esta norma es aplicable únicamente cuando el tratamiento de temple se realice en horno de cámara.

Elaboró: Pablo Cuenca	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha: 01-04-06	Fecha: 02-04-06	Fecha: 04-04-06



**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**  
**TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

**TABLA DE TEMPERATURAS PARA REVENIDO**

CÓDIGO: TT-DG-02  
 VERSIÓN: 3  
 PÁGINA: 1 DE 2  
 FECHA VIGENCIA: 10-08-05

**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**

**1. TABLA DE TEMPERATURAS PARA REVENIDO (°C)**

MATERIAL	DUREZA												
	60-62	58-60	56-58	54-56	52-54	50-52	48-50	46-48	44-46	42-44	40-42	38-40	36-38
S600	600	620	640	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
K190	500	520	540	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
K110	200	300	350	540	560	600	X	X	X	X	X	X	X
K100	200	300	350	500	550	570	X	X	X	X	X	X	X
K455	200	200	200	300	350	X	X	X	X	X	X	X	X
K460	200	270	300	350	420	440	X	X	X	X	X	X	X
PLATA	200	200	270	300	350	420	X	X	X	X	X	X	X
M300	X	X	X	X	X	200	200	X	X	X	X	X	X
V155	X	X	X	200	200	350	420	450	480	500	580	610	X
V320	X	X	X	200	200	350	420	450	480	500	580	610	X
V945	X	X	X	200	200	350	420	450	480	500	580	610	X
M238	X	X	X	200	200	350	420	450	480	500	580	610	X
W302	X	X	X	500	580	600	610	630	650	X	X	X	X
W320	X	X	X	550	580	600	610	630	650	X	X	X	X

X: Revenido no aplicable

Elaboró: Pablo Cuenca	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma:	Firma:	Firma:

 <b>BÖHLER</b>	<b>ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.</b>	
	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	
<b>TABLA DE TIEMPOS PARA CEMENTACIÓN</b>	CÓDIGO:	TT-DG-04
	VERSIÓN:	3
	PÁGINA:	1 DE 2
	FECHA VIGENCIA:	01-08-06

**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**

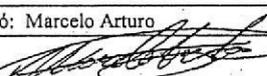
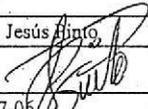
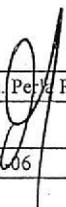
**1. TABLA DE TIEMPOS PARA CEMENTACIÓN**

Profundidades de cementación.					
Profundidades de cementación obtenidos en un baño TEC 960 / CN en mm.					
HORAS	0,5	1	2	4	6
980°C	0,4-0,5	0,7-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	1,5-1,8
930°C	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	1,0-1,3	1,3-1,5
900°C	0,1-0,2	0,2-0,4	0,3-0,5	0,5-0,8	0,7-1,0
850°C	0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,4-0,6	0,5-0,7

**2. TABLA DE MEDIOS DE ENFRIAMIENTO Y DUREZAS ALCANZABLES PARA ACEROS DE CEMENTACIÓN (HRC)**

ACERO	ACEITE	AGUA	AGUA/ACEITE	BAÑO ISOTÉRMICO
E 410	60-62	61-63	61-63	60-62
E 920	X	58-60	58-60	X
TIMKEN	X	61-63	61-63	X
V 945	48-50	X	56-58	X
CHRONIT	X	61-63	61-63	X
AISI 1010	X	55-58	52-54	X

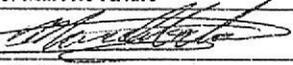
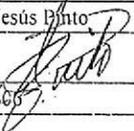
X: enfriamiento no aplicable

Elaboró: Marcelo Arturo	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 19-07-06	Fecha: 22-07-06	Fecha: 25-07-06

 <b>BÖHLER</b>	<b>ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.</b>	
	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	
<b>USO DE SALES EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	CÓDIGO:	TT-DG-08
	VERSIÓN:	2
	PÁGINA:	1 DE 2
	FECHA VIGENCIA:	01-08-06

**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.**  
**1. USO DE SALES EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

HORNO	TIPO DE SAL	FRECUENCIA	CANTIDAD
HORNO No. 2	TEC 140	NIVEL DEL BAÑO 20 CM MENOS AL NIVEL MÁXIMO	25 KG
HORNO No. 3	TEC 960	SEMAMANAL	Según lo indica la tabla de corrección del control del baño de cementación del INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE CEMENTACIÓN TT-IN-12, caso contrario añadir de 7 a 10 Kg según lo permita el nivel del baño.
	CIANURO DE SODIO 	SEMAMANAL	Según lo indica la tabla de corrección del control del baño de cementación del INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE CEMENTACIÓN TT-IN-12, caso contrario añadir de 7 a 10 Kg según lo permita el nivel del baño.
	TEC 540	NIVEL DEL BAÑO 20 CM MENOR AL NIVEL MÁXIMO	15 KG
	GRAFITO EN ESCAMAS	CADA VEZ QUE EL BAÑO TENGA EVAPORACION DE SALES	0.5 KG

Elaboró: Marcelo Arturo	Revisó: Ing. Jesús Pinto	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 19-07-06	Fecha: 22-07-06	Fecha: 25-07-06



ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

USO DE SALES EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS

CÓDIGO: TT-DG-08

VERSIÓN: 2

PÁGINA: 2 DE 2

FECHA VIGENCIA: 01-08-06

HORNO No. 6	TEC NIT B	NIVEL DEL BAÑO 20 CM MENOR AL NIVEL MÁXIMO	15 KG
	TEC NIT R	CADA CARGA DE NITRURACIÓN	Según lo indica la tabla para corrección del contenido de cianato del baño de sales de nitruración del INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE NITRURACIÓN TT-IN-13, caso contrario añadir de 4 a 6 Kg según lo permita el nivel del baño.
	CIANURO DE SODIO	CADA TITULACIÓN	Según lo indica el INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE NITRURACIÓN TT-IN-13.
HORNO No. 7	TEC NIT OX	NIVEL DEL BAÑO 20 CM MENOR AL NIVEL MÁXIMO	15 KG

Equivalencias:

TEC 140 = 50% nitrito de sodio 50% nitrato de potasio

TEC NIT OX = AB 1

## 2. CAMBIOS DE VERSIÓN

VER.	FECHA dd-mm-aa	DETALLES DEL CAMBIO
2	01-08-06	<p>En TEC 960 y CIANURO DE SODIO se cambia "7 - 10 kg" por "Según lo indica la tabla de corrección del control del baño de cementación del INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE CEMENTACIÓN TT-IN-12, caso contrario añadir de 7 a 10 Kg según lo permita el nivel del baño."</p> <p>En "TEC NIT R se cambia de 4 a 6 kg" por "Según lo indica la tabla para corrección del contenido de cianato del baño de sales de nitruración del INSTRUCTIVO PARA CONTROL DEL BAÑO DE NITRURACIÓN TT-IN-13, caso contrario añadir de 4 a 6 Kg según lo permita el nivel del baño.</p> <p>Se añade la fila "CIANURO DE SODIO"</p>

Amex 12

## LISTA DE COLEGIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES FISCALES

NOMBRE DEL COLEGIO	TÉCNICO / INDUSTRIAL	DIRECCIÓN	RECTOR	TELÉFONO
ALFREDO BAQUERIZO MORENO	MEC. AUTOMOTRIZ, ELECTRONICA, ELECTRICIDAD	ESMERALDAS Y JULIAN CORONEL	ING. WILSON QUINTONG ACOSTA	283459
FEBRES CORDERO	MEC/AUT/IND.ELECT.ELECTRON.IND/VEST.	LA J Y LA 29AVA.	DRA. TERESA CAMPOVERDE	845631-2257
JOAQUIN GALLEGOS LARA	CONT.SEC/ESP.MEC/AUT/IND.ELECTRO./INF.	LA 48ava. Y CHAMBERS	LAUTARO AYALA QUINDE (E)	840075
JOSE PERALTA	MEC/IND.ELECT.IND/CONSTRUC/CIV.	AV. ADOLFO H. SIMMONDS Y LAS ESCLUSAS.	LCDO. NEY SALVADOR LIMA TANDAZO	488563
LEONIDAS GARCIA	MEC/IND.ELECT.IND/CONSTRUC/CIV.	VIA DAULE/ ALTURA 5to GUAYAS	MASTER. BITAL SUAREZ	111001-111015
OTTO AROSEMENA GOMEZ	CONTAB.MEC/IND.ELECTRON.	LA 29ava. Y LA C	LCDO. MIGUEL ANGEL LOPEZ SANCHEZ	842988 - 2841869
SIMON BOLIVAR ( EXPERIMENTAL)	MEC/IND/AUT.ELECT.ELECTRON.REFRIG.	AV. DE LAS AMERICAS	ING. MIGUEL BAYAS ZURITA	294050-51
SIMON BOLIVAR ( I.T.S)	MEC/IND/AUT.ELECT.ELECTRON.REFRIG.	AV. DE LAS AMERICAS	ING. MIGUEL BAYAS ZURITA	294050-51

## LISTA DE COLEGIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES PARTICULARES

EDMUNDO LOPEZ DOMINGEZ	MEC/AUT/IND.ELECT.ELECTRON.IND/	SEIS DE MARZO #2206 Y BRASIL	DR. EDMUNDO LOPEZ DOMINGUEZ	2400764
FE Y ALEGRIA	MEC/INDUSTRIAL	42 AVA Y LA CALLE C	LCDA. LIBIA BORJA	2841983
MONTEPIEDRA	MEC/ INDUSTRIAL	KM 6,5 VIA GUAYAQUIL - DAULE	PROF. JESUS SANCHEZ SANTOS	2254081
UNIDAD EDUCATIVA INST. SUAREZ	MEC/ INDUSTRIAL	10 DE AGOSTO Y JOSE MASCOTE	AB. ELVIA M. SUAREZ SAN ANDRES / AB. F. HERRERA	2360113

## LISTA DE COLEGIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES FISCOMICIONALES

DOMINGO COMIN	ELEC/IND/COMP/ELECTRONICA	DOMINGO COMIN #205 Y DAULE	LCDO. JORGE NAREA MUÑOZ	2448758
DOMINGO SAVIO	MEC/IND/ELECTRONICA	TULCAN S/N Y ROSENDO AVILES	PADRE. MARCELO PROAÑO BRAVO	445281
FILANTROPICA	MEC/IND/ELECTRONICA	KM 11.5 VIA DAULE PARQUE IND. EL SAUCE	ING ANGEL SOLORZANO ALVARADO	2101354 OFIC.530358

## LISTA DE COLEGIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES : DURAN

SECAP	ELEC/IND/COMP/ELECTRONICA	AV. SAMUEL CISNEROS VIA PEÑON DEL RIO	ARQ. LUCAS MENDEZ	2864036---864031
ELOY ALFARO	ELEC/IND/COMP/ELECTRONICA	BOLIVAR Y TULCAN CDL. ABEL GILBER PONTC	DR. ANGEL MENA CARDONA	2807992--863208

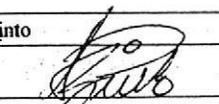
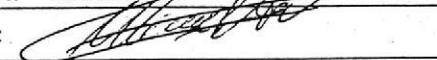
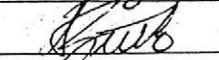
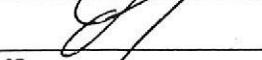


REGISTRO DE DESECHOS

CÓDIGO: TT-FO-06  
VERSIÓN: 2.0  
PÁGINA: 1 DE 1  
FECHA VIGENCIA: 15-05-07

CONTROL DE DESECHOS SÓLIDOS Y LODOS

TIPO	FECHA RECOLECCIÓN	PESO (KG)	RESPONSABLE	FIRMA	RECEPTOR DEL RESIDUO	FECHA RECEPCIÓN	OBSERVACIONES
Desechos de madera							
Desechos plásticos							
Desechos de papel y cartón							
Limalla de acero y chatarra							
Lodos provenientes de planta de TT							
Aceites minerales y combustibles							
Otros							

Elaboró: Marcelo Arturo 	Revisó: Ing. Jesús Pinto 	Aprobó: Dra. Perla Rodríguez 
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 09-05-07	Fecha: 10-05-07	Fecha: 11-05-07

 <b>BÖHLER</b>	<b>ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.</b>	
	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	
<b>INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	CÓDIGO:	TT-IN-14
	VERSIÓN:	1
	PÁGINA:	2 DE 8
	FECHA VIGENCIA:	01-08-06

oxígeno, ph, sólidos suspendidos también son sobrepasados producto del uso de estas sustancias químicas.

Para la reducción de estos parámetros dentro de los límites permisible establecidos en las leyes mencionadas se sigue la siguiente metodología:

### 4.3. Determinación del cianuro y bario

#### 4.3.1. Equipos

- Balanza electrónica
- Vaso de precipitación de 100 ml
- Pipeta volumétrica 25 ml
- Probeta
- Erlenmeyer de 250 ml
- Erlenmeyer de 200 ml
- Bastón de vidrio
- Embudo de vidrio
- Papel filtro cualitativo
- Bureta automática



CIB-ESPOL

#### 4.3.2. Soluciones

- Agua destilada
- Solución indicadora que se prepara de la siguiente manera: disolver 100 gr de Hidróxido de Sodio (NaOH) y, 6 gr de Ioduro de Potasio (KI) en 800 cm<sup>3</sup> de agua destilada; aparte disolver 15 gr de Acetato de Plomo (Pb(CH<sub>3</sub>COO)) en 200 cm<sup>3</sup> de agua destilada. Mezclar las dos soluciones y guardar en un frasco de vidrio ámbar con tapa que cierre bien.
- Solución dosificadora que se prepara de la siguiente manera: Pesar cuidadosamente 13.05 gr de nitrato de plata, colocar cuidadosamente en un balón volumétrico y adicionar agua destilada hasta obtener exactamente 1000 cm<sup>3</sup>. guardar en un frasco de vidrio ámbar con tapa que cierre bien. Esta solución debe ser colocada en un armario para proteger contra la luz.

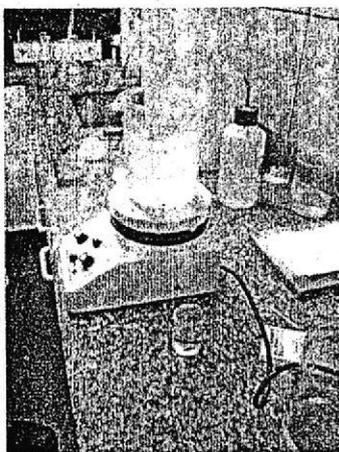
#### 4.3.3. Químicos

- Hipoclorito de sodio
- Ácido sulfúrico

- Polímeros clarificantes
- Sosa cáustica

#### 4.4. Metodología

- Agitar el tanque de lavado y enfriamiento de piezas para obtener una muestra homogénea, tomar una muestra de 100 ml. con el vaso de precipitación.



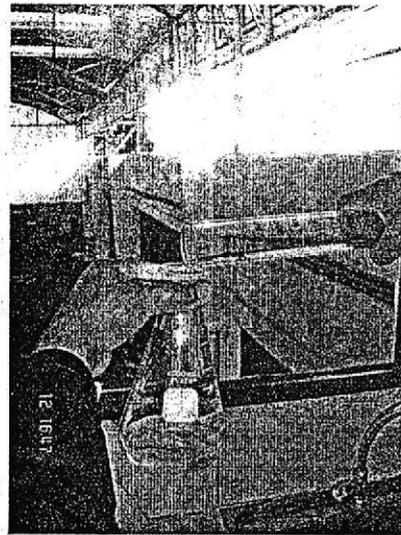
- Filtrar en un erlenmeyer de 250 con el embudo y papel filtro cualitativo.



- Tomar 25 ml con una pipeta volumétrica (25 ml.).

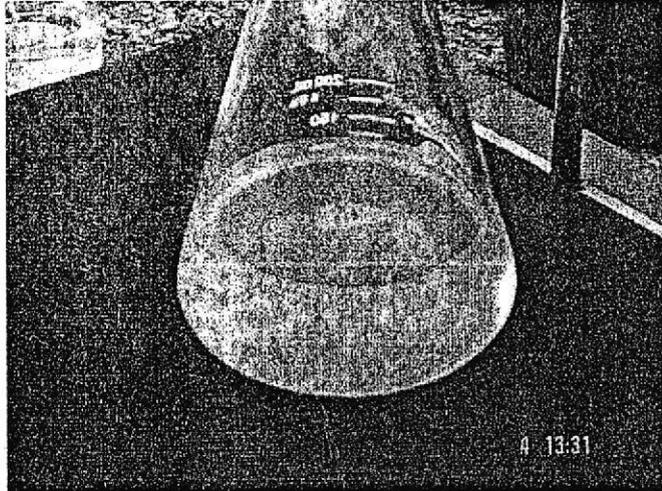


- Pasar a un erlenmeyer de 200 ml.
- Adicionar 5 ml. de la solución indicadora.
- Si hay turbulencia al añadir la solución indicadora, filtrar nuevamente
- Añadir con la probeta de 20 a 50 ml de agua destilada al erlenmeyer de 200.



- Gotear lentamente (mediante la bureta automática) la solución dosificadora en el erlenmeyer de 200. Debe cambiar de color a amarillo pálido, para visualizar mejor el color, colocar el erlenmeyer sobre un fondo negro.





- El consumo de solución dosificadora se divide para 25 ml (cantidad de la muestra recolectada). Ejemplo:

$$\frac{6.7}{25ml} \text{Ag NO}_3$$

0,268 % Cianuro de potasio



- Para saber el porcentaje de cianuro se multiplica por un factor de 0,3995. Ejemplo:

$$0,268 \times 0,3995 = 0.107 \text{ % Cianuro}$$

- Para transformar este valor en mg./lt. (partes por millón) se debe multiplicar por 10.000

$$0,107 \times 10.000 = 1070.66 \text{ mg./lt. Cianuro}$$

$$1 \text{ mg./lt.} = 1 \text{ ppm (equivalencia)}$$

- El valor de mg./lt. o ppm de cianuro encontrados en la muestra se toma como referencia de la cantidad de partes por millón que debe tener el tanque de enfriamiento y lavado de piezas.
- Se pasa mediante una bomba el agua de este tanque al tanque de tratamiento de aguas residuales. Los lodos que quedan al fondo del tanque son retirados manualmente y almacenados en recipientes metálicos para su desecho.



ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

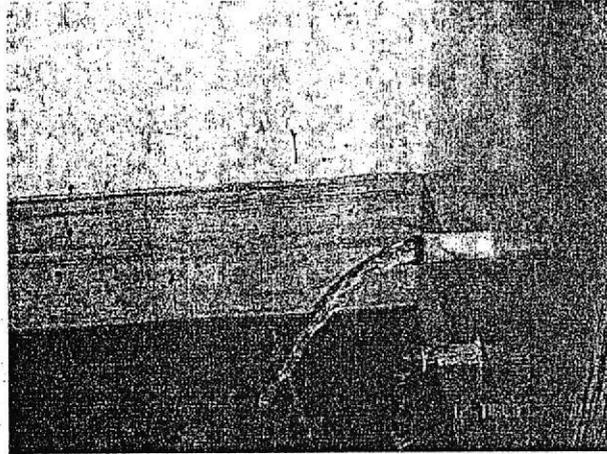
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE AGUAS  
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

CÓDIGO: TT-IN-14

VERSIÓN: 1

PÁGINA: 6 DE 8

FECHA VIGENCIA: 01-08-06



- Una vez está el agua en el tanque de tratamiento se agrega hipoclorito de sodio con base a las ppm de cianuro encontradas en el análisis anterior, por cada gr./lt. (ppm) se necesita añadir de 25 a 40 ml. de hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ) al 10 % de cloro activo.

Ejemplo: Para tanque  $1.73 \text{ m}^3 = 1730 \text{ lt}$  debe utilizar.

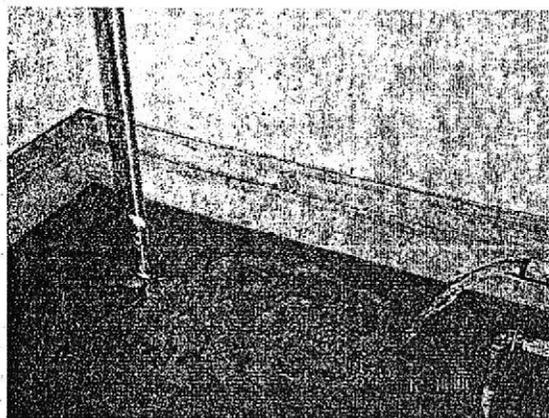
$1730 \text{ lt.} \times 30 \text{ ml. hipoclorito} \times 1.07 \text{ gr/lt} = 55533$

55 lt. hipoclorito de sodio

- Añadir la cantidad de Hipoclorito de sodio calculada al tanque de tratamiento de aguas residuales y encender el agitador.



 <b>BÖHLER</b>	<b>ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.</b>
	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>
<b>INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b>	CÓDIGO: TT-IN-14
	VERSIÓN: 1
	PÁGINA: 7 DE 8
	FECHA VIGENCIA: 01-08-06



- Antes de añadir el hipoclorito de sodio se debe medir el PH (potencial hidrógeno), este debe ser superior a 11, si es inferior adicionar una pequeña cantidad de sosa cáustica (NaOH), lo suficiente para elevar el PH. (Menos de 1 Kg) y agitar, luego poner Hipoclorito de sodio (es muy importante si el PH es inferior a 11 puede producir gas cianhídrico).
- Se deja reposar el agua tratada por un día y se envía una muestra de esta agua la laboratorio para establecer con mayor precisión los mg./lt. (ppm) de cianuro existentes en el agua, de ser mayor a 0,02 mg./lt. tratar nuevamente con hipoclorito de sodio.
- Para el tratamiento del bario es muy importante que se registre un valor de cianuro inferior a 0,02 mg./lt. (ppm), ya que al ser superior existe el alto riesgo de producir ácido cianhídrico cuando se añade ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), el cual es un gas incoloro e inodoro que pone en peligro la vida de los seres humanos.
- Se toma una muestra de 200 ml. del tanque tratado con hipoclorito de sodio y se verifica que el PH sea mayor a 11, recordar que el cianuro debe ser menor a 0,02 ppm, se añade ácido sulfúrico diluido al 10% hasta que el PH de la muestra disminuya a 8, se registra la cantidad de ácido utilizada en la muestra, la cantidad de ácido sulfúrico a añadir en el tanque de tratamiento se determina mediante regla de tres, ejemplo:

$$\begin{array}{r}
 200 \text{ ml} \text{ ----- } 1,5 \text{ ml H}_2\text{SO}_4 \\
 1'700.000 \text{ ml} \text{ ----- } X \\
 \\
 X = \frac{17000 * 1,5}{200} = 12.750 \text{ ml (12 lt)}
 \end{array}$$

Donde: 200 ml. de muestra

1'700,000 ml. de agua a tratar

1,5 ml. de ácido sulfúrico utilizado en la muestra



ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S. A.  
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE AGUAS  
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

CÓDIGO:	TT-IN-14
VERSIÓN:	1
PÁGINA:	8 DE 8
FECHA VIGENCIA:	01-08-06

- Es recomendable comprar el ácido sulfúrico ya diluido al 10%, ya que al tratar de diluirlo desde el 96% este genera calor, pudiendo provocar una explosión.
- La cantidad resultada se añade lentamente, de 3 en 3 litros con mucho cuidado, encendido el agitador, porque el ácido sulfúrico reacciona con nitritos y nitratos de la sal TEC 140 que se encuentran en el agua residual, provocando un gas marrón que irrita los ojos y molesta al respirar, el operador debe usar mascarilla y gafas. Siempre que añade los 3 lt de ácido sulfúrico debe controlar el PH, si ya llega a PH 8 antes de terminar de colocar el resto de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (por ejemplo si se calculó 12 lt y en 10 lt el PH es 8) se define la adición de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ya que es suficiente. Si se añade mucho H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se puede sobrepasar el valor límite de sulfato.
- Se deja reposar una noche el agua en el tanque.
- Se envía una muestra del agua al laboratorio para comprobar la cantidad de bario, la cual debe ser inferior a 5 mg/lt (ppm), de no ser inferior se agrega nuevamente ácido sulfúrico.
- Una vez se ha comprobado que la cantidad de bario en el agua es inferior a 5 gr./lt. se procede a clarificar el agua mediante polímeros líquidos, los cuales se añaden al agua directamente hasta observar que se formen flóculos en el agua, y esta se clarifique, sin encender el agitador.
- Se deja reposar una noche el agua y mediante bomba se pasa al tanque filtro en donde se retienen los sólidos suspendidos en el agua. A la salida del tanque filtro se toma una muestra para enviar al laboratorio, una vez que los resultados indique que el agua cumple con todos los límites permisibles establecidos en la ordenanza municipal 0146 y la legislación ambiental se puede descargar el agua al sistema de alcantarillado público o reciclada al tanque de enfriamiento y lavado de piezas.

5. ANEXOS

- Ordenanza Municipal 0146
- Legislación Ambiental

6. CAMBIOS DE VERSIÓN

No aplica



CIB-ESPOL



## BIBLIOGRAFIA CIB-ESPOL

1. Manual de aceros especiales, Tratamientos Termicos, Edición 2007.
2. Legislación Ambiental, Control de contaminación, Tomo V.
3. AVNER, Introducción a la metalurgia.
4. GARCÍA MATÍAS, Ventas y marketing con Excel
5. APRAIZ BARREIRO JOSÉ, Tratamiento Térmico de losaceros
6. PONTI – SGAIR, Aplicaciones de los aceros de herramienta y aceros rápidos